Rapport sur l'enquête spéciale portant sur

les risques de collision entre des aéronefs circulant au sol ou près du sol

dans les aéroports civils canadiens

RAPPORT SUR L'ENQUETE SPECIALE
PORTANT SUR LES RISQUES DE COLLISION
ENTRE DES AERONEFS
CIRCULANT AU SOL OU PRES DU SOL
DANS LES AEROPORTS CIVILS CANADIENS

RAPPORT NO. 87-SP001

Adopté le 23 juin 1987

88-00666/

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1987

N° de cat. TU4-4/1987F

ISBN 0-662-94464-X

TABLE DES MATIERES

		page
REMERCIEMENTS		i
AVANT-PROPOS		ii
CHAPITRE 1	**INTRODUCTION**	1
1.1	Généralités	1
1.2	Objet	2
1.3	Portée du présent rapport	2
1.4	Types d'irrégularités	4
1.5	Responsabilités dans la prévention des collisions	5
1.6	Facteurs contributifs	6
1.7	Echelle des risques	7
1.8	Gestion des risques	10
CHAPITRE 2	**ANALYSE DES DONNEES CANADIENNES**	12
2.1	Généralités	12
2.2	Observations	17
CHAPITRE 3	**POINT DE VUE DU PILOTE**	18
3.1	Généralités	18
3.2	Manoeuvres au sol	18
3.3	Dans le poste de pilotage	21
3.4	Aviation générale	23
3.5	Matériel radio	24
3.6	Aides visuelles	25
3.7	Procédures du contrôle de la circulation aérienne (ATC)	28
3.8	Utilisation simultanée de plusieurs pistes	31
3.9	Aéroports non contrôlés	32
3.10	Observations	33
CHAPITRE 4	**CONTROLE DE LA CIRCULATION AERIENNE (ATC)**	37
4.1	Le rôle de l'ATC	37
4.2	Contrôle sol	38
4.3	Conflits provoqués par le contrôleur	39
4.4	Vigilance et ennui	40
4.5	Dispositifs d'alerte de piste	42

4.6	Jugement spatial	43
4.7	Manques de coordination à l'intérieur de la tour	43
4.8	Exploitation de pistes multiples	45
4.9	Procédures d'exploitation par faible visibilité	46
4.10	Exploitation des hélicoptères	48
4.11	Communications bilatérales efficaces	49
4.12	Entraînement en simulateur	51
4.13	Observations	51
CHAPITRE 5	**EXPLOITATION DES VEHICULES**	55
5.1	Généralités	55
5.2	Le travail du conducteur	57
5.3	Principes de contrôle des véhicules	58
5.4	Directives sur la circulation aéroportuaire	59
5.5	Formation et licence des conducteurs	60
5.6	Mise en évidence	61
5.7	Bruit dans la cabine	62
5.8	Considérations sur le contrôle de la circulation aérienne	63
5.9	Observations	65
CHAPITRE 6	**INSTALLATIONS ET MATERIEL D'AERODROME**	68
6.1	Problèmes opérationnels	68
6.2	Signalisation et marques	71
6.3	L'effet de "bleu uniforme"	71
6.4	Exploitation par visibilité réduite	73
6.5	Exploitation pendant les périodes de forte circulation	74
6.6	Détecteurs d'intrusion sur les pistes	76
6.7	Radar de surveillance des mouvements de surface	77
6.8	Elaboration du contrôle de la circulation au sol	78
6.9	Aménagement de l'aéroport	82
6.10	Suivi	83
6.11	Observations	84
CHAPITRE 7	**AEROPORTS NON CONTROLES**	86
7.1	Généralités	86
7.2	Enquête Dubin	87
7.3	Le travail du spécialiste de l'information de vol	88
7.4	Installations radiotélécommandées (RCO)	89
7.5	Fréquence obligatoire (MF)	90
7.6	Service consultatif aux véhicules	92

7.7	Désignation de la piste en service	93
7.8	Exploitation au sol	93
7.9	Dotation en personnel	94
7.10	Niveaux d'activités des FSS	95
7.11	Observations	96
CHAPITRE 8	**FACTEURS HUMAINS**	99
8.1	Généralités	99
8.2	Accident de Tenerife	100
8.3	Définition des facteurs humains	102
8.4	Facteurs physiologiques	102
8.4.1	Vision	102
8.4.2	L'ouïe	104
8.4.3	Le temps de réaction	105
8.4.4	La fatigue	105
8.5	Facteurs psychologigues	106
8.5.1	Communication de l'information	106
8.5.2	La vigilance	107
8.5.3	La prise de conscience	109
8.5.4	Les habitudes	110
8.5.5	La mémoire	111
8.6	Variables psychosociales	111
8.6.1	Pressions perçues	111
8.6.2	Motivation	112
8.6.3	Etat d'esprit	113
8.7	Variables pathologiques	113
8.8	Stress	113
8.9	Jugement du pilote	115
8.10	Observations	116
CHAPITRE 9	**COMMUNICATION DE L'INFORMATION**	120
9.1	Généralités	120
9.2	Autorisations mal comprises	123
9.3	Bilinguisme	124
9.4	Indicatifs d'appel erronés	125
9.5	Encombrement des fréquences	127
9.6	Service automatique d'information de région terminale (ATIS)	128
9.7	Problème de collationnement	128
9.8	Problèmes relatifs à la coordination des contrôleurs de la circulation aérienne	129
9.9	Problèmes de communication à l'intérieur du poste de pilotage	131
9.10	Phraséologie standard	132
9.11	Bruit	133
9.11.1	Dans le poste de pilotage	133
9.11.2	Dans les cabines de véhicule	134
9.11.3	Dans la tour	134
9.12	Aéroports non contrôlés	135
9.13	Moyens autres que la radiotéléphonie	135
9.14	Observations	136

CHAPITRE 10 GESTION 140

10.1 Généralités 140
10.2 Acquisition et analyse des données 142
10.3 Système de comptes rendus 146
10.4 Diffusion de l'information 147
10.5 Formation 148
10.6 Promotion de la sécurité 149
10.7 Amélioration du système 150
10.8 Observations 151

CHAPITRE 11 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS 153

11.1 Généralités 153
11.2 Système idéal 156
11.3 Mesures prises 157
11.3.1 Procédures pour les pilotes 157
11.3.2 Contrôle de la circulation aérienne 158
11.3.3 Exploitation des véhicules 158
11.3.4 Installations et matériel d'aérodrome 159
11.4 Autres mesures nécessaires 159
11.4.1 Visibilité 159
11.4.2 Communication de l'information 162
11.4.3 Formation des pilotes 166
11.4.4 Exploitation des véhicules 168
11.4.5 Procédures particulières à l'aéroport 169
11.4.6 Niveaux de service 172
11.4.7 Gestion 174
11.4.8 Etude approfondie 176
11.4.9 Autres mesures de sécurité 179

ANNEXES

ANNEXE I - LISTE DES PARTICIPANTS OFFICIELS
ANNEXE II - SIGLES ET ABBREVIATIONS
ANNEXE III - REFERENCES

REMERCIEMENTS

Le Bureau canadien de la sécurité aérienne n'aurait pu mener à bien son enquête spéciale sur les risques de collision aux aéroports canadiens sans la contribution importante qu'il a reçue de l'extérieur. Le Bureau est particulièrement redevable à tous les participants (énumérés à l'Annexe I) de l'enquête publique tenue au mois de mai 1986. Grâce à eux, le BCSA a recueilli une foule de renseignements précieux sur la sécurité qui lui ont été extrêmement utiles dans la préparation du rapport final.

Jusqu'à présent, la majorité des recherches et analyses sur les risques de collision aux aéroports ont été menées par les Etats-Unis. Le Bureau canadien de la sécurité aérienne a largement puisé à cette source de renseignements. Le Bureau tient à remercier tout particulièrement les auteurs des études citées tout au long du présent rapport. Signalons qu'un bon nombre de ces études sont basées sur les données recueillies par l'Aviation Safety Reporting System de la NASA.

Le Bureau canadien de la sécurité aérienne est également reconnaissant envers Transports Canada pour sa collaboration au cours de l'enquête publique, de l'analyse des données à la rédaction du rapport final.

En dernier lieu, le Bureau tient à adresser un remerciement spécial au National Transportation Safety Board et à la Federal Aviation Administration des Etats-Unis pour l'aide et la coopération qu'ils lui ont accordées tout au long de cette enquête spéciale.

AVANT-PROPOS

Depuis sa création en 1984, le Bureau canadien de la sécurité aérienne a étudié de près les rapports de faits aéronautiques portant sur des conflits au sol entre aéronefs ou entre un aéronef et un véhicule, aux aéroports canadiens. Vers la fin de 1985, le Bureau avait recueilli suffisamment de données grâce au système de comptes rendus quotidiens de l'aviation civile de Transports Canada pour conclure qu'il y avait lieu de s'en inquiéter et de pousser les recherches. Par conséquent, le Bureau a effectué une analyse plus détaillée des faits aéronautiques signalés afin de déterminer l'importance du problème. Cette analyse a révélé qu'en 1985, plus de 200 conflits entre aéronefs ou entre un aéronef et un véhicule ont été rapportés aux aéroports civils canadiens. L'analyse a également révélé que le problème était complexe puisqu'il mettait en jeu les pilotes, les conducteurs de véhicule, les services de la circulation aérienne, la gestion des aéroports, etc. Les recherches préliminaires ont de plus mis en évidence le fait que le problème n'était pas limité au Canada, mais qu'au contraire il préoccupait les responsables de la sécurité aérienne dans le monde entier.

Au début de 1986, le Bureau a annoncé son intention de tenir une enquête publique sur le problème des conflits au sol ayant pour titre: "Enquête sur les risques de collision entre des aéronefs circulant au sol ou près du sol dans les aéroports civils canadiens". L'enquête devait avoir lieu à Hull (Québec) du 13 au 16 mai 1986. En raison de la complexité du problème et des nombreux intervenants provenant d'à peu près tous les secteurs de la communauté aéronautique, le Bureau a jugé qu'une enquête publique serait le mécanisme le plus efficace pour permettre au plus grand nombre possible de parties intéressées de se rencontrer pour partager leurs expériences, leurs connaissances et leurs opinions, et pour proposer des solutions. Comme l'enquête devait porter non pas sur un fait aéronautique précis, mais bien sur une situation ou condition susceptible d'occasionner des accidents si elle n'était pas corrigée, l'enquête a pris la forme d'un séminaire ou d'un colloque plutôt que celle d'une enquête publique officielle. Avant la tenue de l'enquête, le Bureau a publié un document de travail de base qui définissait et résumait le problème des risques de collision au Canada, afin que chaque participant ait une meilleure compréhension de la situation dans le contexte canadien.

L'enquête a réuni dix-neuf participants qui ont tour à tour traité du problème des risques de collision selon divers points de vue. De ces participants, un bon nombre provenaient de la communauté aéronautique canadienne,

mais plusieurs pays étrangers étaient également représentés. La somme et la valeur des renseignements sur la sécurité présentés au cours de l'enquête ont amené le Bureau à publier un dossier permanent intitulé Recueil de présentations (4) qui est disponible depuis le mois de septembre 1986.

Le présent rapport final est le résultat de l'analyse faite par le Bureau des renseignements présentés à l'enquête, de même que de recherches ultérieures. Les conclusions de divers documents portant sur des sujets connexes sont regroupées dans le rapport. Chaque chapitre examine le problème des risques de collision selon un point de vue particulier; par exemple, celui du pilote, du contrôleur de la circulation aérienne, du conducteur de véhicule, du spécialiste de l'information de vol, de la gestion d'aéroport ou de la direction du réseau national de transport aérien.

A la fin de chaque chapitre se trouve un résumé qui comprend une série d'observations sur les manquements à la sécurité signalés dans le chapitre, ainsi que des suggestions de mesures correctives. De nombreux points reviennent et se recoupent d'un chapitre à l'autre, ce qui permet de dégager des tendances. Le Bureau a donc relevé les manquements à la sécurité les plus communs et les plus significatifs et a formulé des recommandations de nature plus générale; celles-ci se trouvent dans le dernier chapitre du rapport. Ce dernier chapitre a été formulé de manière à être compréhensible même si on ne lit pas au préalable les autres chapitres qui contiennent des observations plus détaillées.

Dans de nombreux cas où des manquements à la sécurité ont été identifiés, Transports Canada, l'organisme de réglementation pour l'aviation civile, a déjà mis en oeuvre les mesures correctives proposées. Au cours de la préparation du rapport final, le personnel du Bureau est demeuré en contact avec le personnel de Transports Canada afin de connaître les initiatives prises à la suite de la présente enquête. Dans la mesure du possible, le Bureau a signalé ces initiatives dans le texte du rapport et en a tenu compte dans la formulation des recommandations touchant à la sécurité.

Le Bureau est convaincu que ce type d'enquête spéciale s'est révélé un moyen efficace pour identifier de façon active les manquements à la sécurité et pour élaborer des recommandations pour la prévention des accidents aéronautiques au Canada. Les recommandations suggérées dans le présent rapport, si elles sont retenues, devraient permettre de réduire de façon importante les risques de collision dans les aéroports civils canadiens.

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

"La fréquence des irruptions de véhicules sur les pistes préoccupe l'ensemble du secteur de l'aviation. La conséquence d'une erreur à cette étape critique des vols par l'une ou l'autre des parties visées, que ce soit le pilote, le contrôleur de la circulation aérienne, le spécialiste d'information de vol, le conducteur d'un véhicule, etc, justifie l'examen de tous les facteurs directs ou indirects en cause."

L'honorable Don Mazankowski*

1.1 Généralités

Au cours des dix dernières années, il s'est produit de par le monde de nombreux incidents provoqués par l'intrusion sur une piste en service d'un aéronef ou d'un véhicule. Un bon nombre de ces incidents n'ont eu pour conséquences que de faire une peur bleue au personnel concerné; toutefois, certains ont provoqué des accidents déplorables avec pertes de vies et dégâts matériels importants. Tous ces accidents ont donné lieu à des enquêtes rigoureuses pour déterminer les facteurs en cause. Tous les jours, des aéronefs ou des véhicules s'aventurent sur des pistes en service sans en avoir reçu l'autorisation. Bien que ces incidents n'entraînent que rarement des risques graves de collision, il n'en demeure pas moins que l'examen rigoureux de leurs facteurs déterminants, en particulier dans une perspective globale, demeure à faire.

Soucieux de la fréquence et de la gravité possible des incidents et des accidents ayant pour origine des intrusions sur les pistes aux Etats-Unis, le National Transportation Safety Board (NTSB) a entrepris au mois de juillet 1985 une enquête spéciale portant sur 26 cas choisis d'intrusion sur une piste afin de déterminer leurs causes profondes. A la suite de cette enquête spéciale, le NTSB a présenté à la FAA 14 nouvelles recommandations. (30)**

* Extrait de la lettre du 8 avril 1986 du ministre des Transports adressée au président du Bureau canadien de la sécurité aérienne par laquelle le ministre annonçait la participation de Transports Canada à l'enquête publique sur les risques de collision.

** Une liste des sigles et abréviations, ainsi qu'une liste des références se trouvent aux Annexes II et III respectivement.

Depuis sa création en 1984, le Bureau canadien de la sécurité aérienne (BCSA) surveille la situation à l'aide du système de comptes rendus quotidiens des événements de l'aviation civile (CADORS) mis en oeuvre par Transports Canada. Le Bureau s'est inquiété du nombre croissant de faits concernant des aéronefs en conflit avec d'autres aéronefs au sol ou près du sol, ou des aéronefs en conflit avec des véhicules dans les aéroports civils canadiens et a décidé que la tenue d'une enquête publique était justifiée. Au mois de mai 1986, le BCSA a donc mené une enquête ayant pour thème: "Les risques de collision entre des aéronefs circulant au sol ou près du sol dans les aéroports civils canadiens". (4)*

1.2 Objet

Le présent rapport a pour objet l'examen des nombreux facteurs qui contribuent aux risques de collision des aéronefs au sol ou près du sol dans les aéroports civils canadiens, et l'étude des mesures de sécurité qui permettraient de réduire le nombre de situations qui engendrent ces risques.

1.3 Portée du présent rapport

Comme le Canada vient tout juste de reconnaître l'ampleur des risques de collision dans ses aéroports, il existe malheureusement peu de données quantitatives sur ce sujet. Les renseignements les plus fiables proviennent du CADORS. Depuis la mise en oeuvre du système, qui ne remonte qu'à 1982, les faits aéronautiques sont rapportés de façon systématique. Toutefois, les rapports CADORS sont généralement subjectifs et ne sont pas rédigés avec suffisamment de rigueur; les renseignements recueillis et les mesures qui suivent sont donc de valeur inégale. Par conséquent, à l'exception de l'analyse présentée au chapitre 2, le présent rapport contient peu d'analyses quantitatives.

L'absence d'une base de données globale ne diminue en rien la gravité des risques de collision au sol. L'expérience tirée des accidents qui se sont produits ailleurs dans le monde et les témoignages des nombreux représentants de la communauté aéronautique mondiale à l'enquête publique du BCSA démontrent clairement que l'inquiétude face aux risques de collision est

* Les exposés officiels présentés au cours de l'enquête publique sont réunis dans un recueil publié par le BCSA.

universelle. Récemment, le BCSA a étudié 294 irrégularités d'exploitation des services de la circulation aérienne (ATS) qui ont fait l'objet d'enquête de la part de Transports Canada, par l'intermédiaire de commissions d'enquête. On a trouvé que 24 % (72/294) de ces incidents se sont produits au sol, représentant 61 % des irrégularités considérées comme dangereuses par Transports Canada. Le problème comprend de multiples facettes et justifie un examen immédiat et approfondi.

Le présent rapport portera surtout sur le problème des risques de collision envisagé du point de vue canadien. On évalue actuellement à plus de 6 000 le nombre d'aérodromes canadiens parmi lesquels environ 1 300 possèdent un permis. Environ 200 des aéroports détenant un permis bénéficient d'un service de contrôle de la circulation aérienne, qu'il s'agisse d'une tour, d'une station d'information de vol (FSS), d'une station d'information de vol télécommandée appuyée par une installation radio télécommandée (RCO). Soixante aéroports canadiens et le port de Vancouver sont dotés d'une tour de contrôle et un certain nombre d'entre eux connaissent une activité relativement intense; par exemple, en 1985, 292 000 mouvements d'aéronefs ont été dénombrés à l'aéroport international Lester B. Pearson de Toronto.

La circulation aérienne n'est intense que dans un petit nombre d'aéroports canadiens; on estime qu'environ la moitié de tous les mouvements d'aéronefs au Canada est concentrée dans 18 aéroports. Comme on peut s'y attendre, la majorité des conflits se produisent aux aéroports qui enregistrent le plus grand nombre de mouvements. En fait, selon un représentant de Transports Canada, "50% des conflits surviennent dans environ 8 % des aéroports. C'est donc ce secteur qui offre le plus de possibilités de réduction du nombre de conflits, puisqu'en réglant le cas de seulement 8 % des aéroports canadiens on pourrait diminuer de 50 % le nombre total de conflits."* Les Etats-Unis sont arrivés à des conclusions identiques. Selon une étude menée par la FAA (6), les 25 aéroports les plus fréquentés des Etats-Unis sont responsables de 79 % des tués et de 87 % du coût des accidents survenus sur l'aire de manoeuvre d'un aéroport desservi par une tour de contrôle de la circulation aérienne (ATC).

Le présent rapport porte donc principalement sur les risques de collision aux aéroports du Canada où la circulation aérienne est la plus intense et qui sont

* Exposé de M. Dean Broadfoot présenté à l'enquête publique du BCSA le 13 mai 1986.

desservis soit par une tour de contrôle, soit par une station d'information de vol (FSS), y compris une station d'information de vol télécommandée (RFSS) ou une installation radio télécommandée (RCO). Les conclusions tirées peuvent parfois s'appliquer à d'autres aéroports. Le rapport s'est largement inspiré des renseignements présentés à l'enquête publique du BCSA, mais il a également tiré profit de l'expérience internationale, de plusieurs études américaines sur des sujets connexes et de recherches menées par le BCSA.

Dans les documents disponibles sur le sujet, les faits pouvant entraîner des risques de collision au sol portent diverses appellations: conflit, transgression, incursion, irrégularité, intrusion, etc. Dans le présent rapport, ces divers termes désignent généralement la même réalité, quelles que soient les personnes ou les situations qui sont à l'origine de la situation où il peut y avoir risque de collision.

1.4 Types d'irrégularités

L'Organisation de l'Aviation civile internationale (OACI) définit trois types d'irrégularités (17) sur l'aire de manoeuvre d'un aéroport qui peuvent provoquer des risques de collision.

a. Accès accidentel. Un conducteur de véhicule se perd et a accès d'une façon ou d'une autre à l'aire de manoeuvre. Cette catégorie inclut les véhicules qui pénètrent dans le périmètre de sécurité de l'aéroport, de même que les véhicules autorisés à circuler sur l'aire de trafic et qui s'égarent sur l'aire de manoeuvre.

b. Erreur de cheminement. Un pilote ou un conducteur de véhicule autorisé à circuler dans l'aire de manoeuvre s'écarte accidentellement de sa route à la suite de confusion ou de désorientation. Les causes peuvent être un plan d'aéroport trop complexe, une signalisation ou un balisage lumineux inadéquats, une visibilité réduite, des instructions qui portent à confusion, etc.

c. Autorisations mal comprises. Un pilote ou un conducteur de véhicule circule en croyant qu'il a reçu l'autorisation de le faire. Ce type d'irrégularité est le plus difficile à prévenir. Le chapite 9 intitulé "Communication de l'information" traite en détails des facteurs humains responsables des autorisations mal comprises.

1.5 Responsabilités dans la prévention des collisions

On peut diviser les responsables de la prévention des collisions en cinq groupes généraux, ayant chacun des fonctions distinctes: les pilotes, le personnel des Services de la circulation aérienne (ATS), les conducteurs de véhicule, la direction d'aéroport et la direction du réseau de transport aérien.

Le pilote doit obéir rapidement et à la lettre aux instructions données par le contrôle de la circulation aérienne (ATC) et il doit respecter les procédures établies en approche, pendant les manoeuvres au sol et au cours du décollage. Lorsque la visibilité est bonne, le pilote partage avec le contrôleur la tâche d'anticiper les conflits et de prendre au bon moment les mesures nécessaires pour les éviter. Lorsque la visibilité est réduite, le pilote doit se fier davantage au contrôle de la circulation aérienne pour l'espacement du trafic, même s'il a toujours la responsabilité ultime d'éviter les collisions.

Le personnel du contrôle de la circulation aérienne a la responsabilité de la circulation des véhicules au même titre que celle des aéronefs dans les aires de manoeuvre afin d'assurer la priorité aux aéronefs. Le personnel des services de la circulation aérienne doit respecter les normes établies dans les communications radiotéléphoniques en ce qui a trait à la phraséologie, aux procédures et au langage utilisé. Lorsque la visibilité est mauvaise et que la responsabilité de la prévention des collisions repose davantage sur l'organe ATC, le contrôleur peut décider de limiter le nombre de mouvements d'aéronefs ou la circulation des autres véhicules dans les aires de manoeuvre.

Le conducteur de véhicule doit se conformer aux règlements de l'aérodrome et aux instructions de l'ATC. Le conducteur doit en tout temps prendre les précautions nécessaires et faire preuve de vigilance afin de prévenir tout risque de collision entre son véhicule et un aéronef. Les superviseurs des conducteurs doivent faire en sorte que ces derniers aient reçu la formation nécessaire pour bien comprendre leurs tâches et être en mesure de respecter les procédures de l'aéroport et de l'ATS.

La direction de l'aéroport doit veiller à ce que les aires de manoeuvre et de trafic de l'aéroport soient régulièrement inspectées pour s'assurer que tout le marquage, toute la signalisation et tous les balisages lumineux nécessaires à la prévention des collisions demeurent en bon état et exempts de neige et de glace. De plus, la direction de l'aéroport doit désigner des

voies de circulation réservées aux aéronefs et aux véhicules, doit limiter l'accès aux aires de mouvement et doit porter une grande attention à l'entraînement et à la motivation du personnel de l'aéroport. Il est fréquent que la direction d'un aéroport local prenne des initiatives pour l'amélioration de la sécurité de l'aéroport.

En dernier lieu, Transports Canada, en sa qualité de gestionnaire principal du réseau de transport aérien, a la responsabilité de l'élaboration des règlements, des procédures et des normes nécessaires pour assurer une exploitation sûre et un contrôle efficace des véhicules et des aéronefs aux aéroports. Cela comprend les normes pour la délivrance de licences et la formation du personnel autorisé à faire rouler des aéronefs ou à conduire des véhicules sur l'aire de manoeuvre d'un aérodrome. Transports Canada est également responsable de la publication de tous les documents d'information aéronautique pertinents, de la formation initiale et périodique du personnel déjà mentionné, de la tenue d'une banque de données suffisante pour permettre la prise de décisions dans le domaine de l'exploitation au sol, et le maintien d'un programme dynamique de sensibilisation à la sécurité. Enfin, la modernisation des aérodromes et des installations aéroportuaires relève souvent de Transports Canada, en particulier dans le cas des principaux aéroports canadiens.

1.6 Facteurs contributifs

Une étude récente de la NASA (27) a identifié 107 facteurs contributifs distincts en analysant 1 210 rapports d'intrusions potentielles sur une piste aux Etats-Unis. Bon nombre de ces facteurs seront étudiés plus en détail tout au long du présent rapport; en voici quelques exemples significatifs présentés dans le désordre:

> défectuosité de l'équipement d'un aéronef; plan d'aéroport complexe, balisage lumineux et signalisation inadéquats; autorisations ambiguës ou anticipées; manque de coordination avec l'ATC; défectuosité d'un appareil de l'ATC; fatigue, distraction, manque de vigilance, erreur de jugement ou surcroît de travail d'un contrôleur; autorisation pour "accélérer les choses"; encombrement des fréquences; utilisation de plusieurs pistes à la fois; procédures non conformes; pour le pilote, désorientation, distraction, erreur de jugement, mauvaise habitude, fatigue, manque de vigilance, méconnaissance de l'appareil ou de l'aéroport, surcroît de travail, etc.; phraséologie non conforme.

On remarque que peu de ces facteurs portent sur des défectuosités d'un appareil ou d'un équipement. Il est certain qu'on pourrait obtenir des résultats intéressants en améliorant les aérodromes, les installations ATC et les systèmes de communication, les procédures opérationnelles, les exigences pour l'obtention de licences, la qualité de la formation, etc. Toutefois, les meilleures possibilités pour la réduction des risques de collision semblent se trouver dans l'amélioration du rendement et de la fiabilité des personnes concernées. Le présent rapport tente de favoriser une meilleure compréhension des variables humaines qui affectent le comportement des pilotes, du personnel du contrôle de la circulation aérienne et des conducteurs de véhicule et qui contribuent aux dérogations, aux consignes et aux procédures établies et, par conséquent, créent des situations de conflit sur les pistes. Une fois ces variables comprises, on peut mettre au point des procédures et de l'équipement pour réduire les risques de collision qu'elles causent.

1.7 Echelle des risques

On peut établir une échelle des risques de collision en fonction de la gravité des conséquences. Au bas de l'échelle se trouvent les situations qui ne présentent guère, ou pas, de risques de conflit; au milieu de l'échelle, les situations où le risque est modéré et qui nécessitent des manoeuvres d'évitement; et, en haut de l'échelle, les situations qui donnent lieu à des collisions. On dépose presque quotidiennement des rapports CADORS de bas d'échelle qui présentent peu de conséquences graves et où le risque de collision est faible ou nul. En voici un exemple:

> Le conducteur d'un véhicule privé s'est rendu sur la piste, sans en avoir reçu l'autorisation, afin d'aider au remorquage d'un aéronef accidentellement immobilisé sur la piste. Il n'y avait aucun autre mouvement d'aéronef et, par conséquent, aucun conflit.

Plus haut sur l'échelle de la gravité des conséquences, on peut citer les incursions sur la piste qu'on peut considérer comme potentiellement dangereuses, car une situation réelle de conflit existe bel et bien. Lorsque la visibilité est bonne, les mesures correctives sont normalement prises suffisamment tôt par le contrôleur, le pilote ou le conducteur du véhicule en cause. Dans la plupart des cas, on peut considérer ces situations comme des cas où l'espacement était "inférieur à la marge de sécurité". Par exemple:

A la fin d'un vol aux instruments (IFR) de nuit, un Piper Aztec a atterri sur la piste 16 d'un gros aéroport canadien. En quittant la piste, le pilote s'est trompé et a donc mis plus de temps que prévu pour dégager la piste en service. Le contrôleur a ordonné au pilote d'un Boeing 737 de faire une remise des gaz afin de conserver la marge de sécurité nécessaire.

Encore plus haut sur l'échelle se trouvent les situations où la collision est évitée de peu, et seulement au prix d'une manoeuvre d'évitement extrême. Par exemple:

Le 31 mars 1985, deux DC-10 sont passés très près d'entrer en collision à l'aéroport international St-Paul Minneapolis. L'un des appareils décollait après en avoir reçu l'autorisation du contrôleur local. L'autre appareil traversait la même piste après avoir reçu l'autorisation du contrôleur sol de franchir la piste en service. Le commandant de l'avion en partance a évité la collision en effectuant sa rotation au décollage et en déjaugeant son appareil à une vitesse inférieure à la vitesse de sécurité prescrite au décollage. A cause du mauvais coefficient de freinage et du peu d'espace dont il disposait pour freiner, il n'avait pas d'autre choix. Le premier DC-10 est passé à environ 50 à 75 pieds au-dessus du second. Il y avait 501 personnes au total à bord des deux avions, mais il n'y a eu ni blessés, ni dommages aux appareils. (On notera que s'il y avait eu collision, les dommages indirects auraient sans doute été très importants; il y avait sept appareils chargés de carburant et de passagers dans un rayon de 100 verges autour de l'intersection où s'est produit l'incident.)*

Il arrive parfois que la manoeuvre d'évitement ne réussisse pas complètement; la collision est évitée, mais non la tragédie. Par exemple:

Le 11 février 1978, à l'aéroport de Cranbrook (un aéroport non contrôlé desservi par une FSS), en Colombie-Britannique, le pilote d'un Boeing 737 venait de se poser après une

* Exposé présenté par l'honorable Jim Burnett, Président du NTSB, à l'enquête publique du BCSA le 14 mai 1986.

approche aux instruments lorsqu'il a été obligé de remettre les gaz pour éviter un véhicule de déneigement qui se trouvait sur la piste. Les déflecteurs des inverseurs de poussée ne sont pas rentrés complètement, car leur alimentation hydraulique avait été automatiquement coupée après le déjaugeage. Après avoir franchi le véhicule, le pilote a perdu la maîtrise de l'appareil qui se trouvait dans une configuration de faible vitesse et de forte traînée. L'appareil s'est écrasé et a pris feu, ce qui a entraîné la mort de 38 passagers et de 4 membres d'équipage.

Toujours plus haut sur l'échelle, il y a les situations où une collision se produit effectivement. Par exemple:

Le 23 décembre 1983, un DC-10 qui transportait du fret est entré en collision frontale avec un Piper PA-31, sur une piste de l'aéroport international d'Anchorage. Le commandant du DC-10, qui n'était pas certain de sa position à cause du manque de visibilité, s'est dirigé sur la mauvaise piste par une intersection et a amorcé le décollage. Le Piper PA-31 était immobile à l'autre extrémité de la piste, où il attendait l'autorisation de décoller. Les deux avions ont été complètement détruits par l'impact et par l'incendie qui a suivi. Par chance, personne n'a perdu la vie.

Finalement, au sommet de l'échelle des risques, se trouvent les situations qui entraînent une perte énorme de vies humaines. Par exemple:

A la suite d'une alerte à la bombe, plusieurs appareils avaient été détournés vers des aéroports de dégagement. Cette situation avait créé un encombrement à l'aérodrome et, pour cette raison, on avait ordonné aux avions en partance de remonter la piste en service. La visibilité était mauvaise dans la pluie légère et le brouillard; néanmoins, deux avions appartenant à de gros transporteurs internationaux ont reçu l'autorisation d'utiliser simultanément la piste en service. Lorsque le pilote du premier appareil a reçu son autorisation IFR, il a amorcé sa course au décollage sans en avoir reçu l'autorisation, en dépit du fait que le second appareil ait signalé à deux reprises qu'il n'avait pas encore dégagé la piste. Les deux Boeing 747 se sont heurtés, entraînant dans la mort 583

personnes. C'était le 27 mars 1977 à Tenerife, aux Iles Canaries, la plus grande catastrophe aérienne au monde venait de se produire.

Une étude de la NASA (27) portant sur les incidents comportant des risques de collision, concluait que:

> "...la gravité des conséquences était fonction du temps de réaction à la disposition du pilote et de son aéronef. Plus la vitesse et l'accélération de l'aéronef augmentent, plus les dangers associés à une irrégularité sur une piste augmentent. Les faits imprévus survenant pendant le roulage sont relativement moins dangereux parce qu'ils se produisent à basse vitesse. Les erreurs qui se produisent pendant l'atterrissage sont plus dangereuses, car la vitesse au moment du toucher des roues est beaucoup plus élevée. Elles semblent néanmoins présenter moins de dangers que les faits imprévus survenant pendant le décollage, lorsque la vitesse de l'aéronef est non seulement élevée, mais en augmentation constante ... L'analyse des facteurs montre que les erreurs pendant les départs se produisent plus souvent lorsque la visibilité est restreinte, lorsqu'il y a des décollages simultanés sur plusieurs pistes ou lorsqu'il y a plusieurs points de décollage..."

1.8 Gestion des risques

L'étude des exemples précédents nous montre que c'est souvent la chance qui fait la différence entre une situation qui ne donne pas lieu à un conflit, une où l'accident est évité de justesse et une qui se termine par une catastrophe. Les services de l'aviation civile n'ont jamais accepté la notion de chance dans l'exploitation des aéronefs. Même si la fréquence des collisions entre aéronefs et entre aéronefs et véhicules sur l'aire de manoeuvre est basse, la gestion prudente des risques exige de trouver des moyens de moins compter sur le hasard pour la prévention des collisions sur les aires de manoeuvre des aérodromes.

Dans le cadre de l'évaluation des risques visant à établir les critères des limites d'exploitation des aéronefs, on fait appel à des notions telles que: " le risque qui n'excède pas la probabilité d'un accident mortel par dix millions de manoeuvres." Les critères d'espacement pour les vols au-dessus de l'Atlantique Nord respectent une marge de sécurité si grande, que la

probabilité de collision est inférieure à une par centaine de millions d'heures de vol. De même, en établissant les exigences de franchissement d'obstacles pour les approches ILS, les concepteurs utilisent un risque de collision avec un obstacle au cours d'une approche de moins d'un sur dix millions d'approches ILS.

Comme une chaîne n'a que la force de son maillon le plus faible, il faut veiller à assurer un niveau constant de sécurité dans l'ensemble du réseau de transport aérien. Etant donné qu'un pilote a peu de possibilités d'effectuer des manoeuvres d'évitement efficaces pendant le décollage et la course à l'atterrissage, et en raison de l'immense énergie cinétique présente à ces étapes, c'est là que l'aéronef est le plus vulnérable aux risques de collision. Il faut donc se poser la question: les mesures de sécurité prises pour la prévention des collisions en ce qui a trait aux incursions non autorisées sur les pistes par des aéronefs en roulage ou par des véhicules sont-elles conséquentes avec l'espacement du trafic aérien en altitude ou avec les limites de franchissement d'obstacles en approche à l'atterrissage?

CHAPITRE 2

ANALYSE DES DONNEES CANADIENNES

2.1 Généralités

Comme nous l'avons mentionné au chapitre 1, nous disposons de peu de données portant sur des conflits au sol entre aéronefs ou entre un aéronef et un véhicule, aux aéroports canadiens. Actuellement, le système de comptes rendus quotidiens de l'aviation civile (CADORS) est la source de renseignements la plus fiable sur ce sujet. Toutefois, ces données sont imparfaites, tant du point de vue qualitatif que quantitatif.

Depuis la mise en service du CADORS en 1982, le nombre de cas rapportés d'incursion sur une piste ou sur une voie de circulation, impliquant des aéronefs ou des véhicules, a augmenté de façon constante. En 1983, il y a eu 73 cas rapportés par l'entremise du CADORS pour les aéroports contrôlés et non contrôlés; en 1984, ce nombre s'élevait à 124. Le tableau 1 présente une analyse des 276 cas rapportés en 1985. Ce total comprend les cas rapportés par le CADORS, ceux qui ont été rapportés directement au BCSA et ceux qui ont été découverts dans le cadre d'une commission d'enquête de Transports Canada portant sur une irrégularité d'exploitation dans la prestation de services de la circulation aérienne. (Il y a lieu de croire que l'augmentation du nombre de rapports CADORS entre 1983 et 1985 est en grande partie due à l'amélioration du système plutôt qu'à une augmentation réelle des faits imprévus.)

TABLEAU 1

RESUME DES FAITS IMPREVUS RAPPORTES EN 1985

NATURE DES FAITS	AEROPORTS CONTROLES	AEROPORTS NON CONTROLES	TOTAL	%
Conflits véhicule-aéronef	67	24	91	33,0
Véhicule - mais sans qu'il y ait conflit	37	12	49	17,8
Conflits aéronef-aéronef	87	21	108	39,1
Aéronef - mais sans qu'il y ait conflit	25	1	26	9,4
Non catégorisés	1	1	2	0,7
Totaux	217	59	276	100,0
FACTEUR MAJEUR A L'ORIGINE D'UN CONFLIT				
Pilote	101	26	127	45,8
Conducteur de véhicule	78	26	104	37,5
Opérateur ATC/tour de contrôle	30	1	31	11,2
Autre	6	4	10	3,7
Non identifié	3	2	5	1,8

L'analyse du tableau 1 des données de 1985 révèle:

a. qu'on a jugé qu'il y avait une situation de conflit potentiel dans plus de 70 % des 276 cas analysés (91 + 108); dans moins de 30 % des rapports, il n'y a pas eu de conflit parce qu'un seul aéronef ou un véhicule isolé était impliqué dans la situation dangereuse;

b. quatre cinquièmes des faits imprévus signalés en 1985 se sont produits à des aéroports contrôlés. Cette situation est sans doute attribuable au trafic généralement beaucoup plus intense aux aéroports contrôlés, mais elle dénote peut-être également un manque de rigueur dans la préparation des rapports aux aéroports non contrôlés;

c. en se basant sur les rapports reçus, on constate que les pilotes et les conducteurs de véhicule constituent plus souvent des "facteurs majeurs à l'origine d'un conflit" que le personnel ATS. Cette situation reflète sans doute un parti pris, car pratiquement tous les rapports CADORS sont remplis par le personnel ATS. Les données fournies par l'Aviation Safety Reporting System des E.-U., qui fonctionne sur une base volontaire, indiquent un pourcentage beaucoup plus élevé de cas où le personnel ATS est tenu responsable, sans doute à cause du plus grand nombre de rapports remplis par des pilotes; et

d. dans 61 % des rapports provenant d'aéroports non contrôlés, des véhicules sont impliqués (c.-à-d. 36 des 59 faits imprévus). Bien qu'un tiers de ces faits n'aient pas créé de situations de conflit réel, la fréquence relativement élevée de ce type d'incident soulève de sérieuses questions sur le degré de contrôle exercé sur les véhicules aux aéroports non contrôlés.

Les données du tableau 1 sont analysées plus en détails dans les paragraphes suivants. La faiblesse de la base de données réduit la confiance que l'on peut avoir dans les chiffres absolus; néanmoins, l'analyse des tendances relatives de certains types particuliers d'incidents nous permet de mieux comprendre la situation canadienne face aux risques de conflit au sol. Il faut noter que les tendances qui ont été dégagées par l'analyse des données de 1985 se sont jusqu'à présent révélées valables également pour 1986.

Le tableau 2 analyse les données de 1985 en fonction de la taille des aéroports.

TABLEAU 2

ANALYSE EN FONCTION DE LA TAILLE DE L'AEROPORT

NOMBRE D'INCIDENTS RAPPORTES EN 1985

MOUVEMENTS D'AERONEFS A L'AEROPORT EN 1985	AEROPORTS EN CAUSE	AERONEF /AERONEF	AERONEF /VEHICULE	TOUS FAITS IMPREVUS	AU MOINS UN AERONEF DE PLUS DE 5 700 KG
100 000	14	83	69	152	77
50 001 à 100 000	12	7	17	24	3
10 001 à 50 000	34	41	38	81	11
JUSQU'à 10 000	15	3	16	19	8
TOTAL	75	134	140	276	99

Source: Statistiques de TC sur les mouvements d'aéronefs, Rapport annuel de 1985 (TP577)

Comme on peut le voir au tableau 2, plus de la moitié des rapports (152 sur 276) provenaient de 14 aéroports dont le trafic annuel rapporté en 1985 était supérieur à 100 000 mouvements. En outre, plus des trois quarts des faits imprévus mettant en cause un aéronef d'une masse supérieure à 5 700 kg (77 sur 99) ont eu lieu à ces mêmes 14 aéroports. Cette analyse tend à confirmer la notion selon laquelle la fréquence des situations de conflit au sol est plus élevée aux aéroports les plus actifs, et que les conséquences d'une erreur à ces aéroports sont plus graves étant donné le grand nombre de personnes dont la vie est mise en péril à bord des gros aéronefs lorsqu'une situation de conflit potentiel se produit.

En relevant sur quelle partie des aérodromes se sont produits les faits signalés, on a découvert que dans plus de 80 % des cas les aéronefs ou les véhicules en cause se trouvaient sur une piste. De plus, dans presque tous les conflits signalés entre aéronefs, au moins un des appareils en cause se trouvait sur une piste. Il y avait très peu de rapports sur des situations de conflit dans une aire de trafic (environ 5 % du total); et dans tous ces cas, des véhicules étaient en cause.

La fréquence des faits imprévus concernant des aéronefs à l'arrivée est considérablement plus élevée que dans le cas des aéronefs en partance. Parmi les rapports où l'étape du vol était indiquée, dans 83 cas sur 105 (ou environ 80 %) de conflits entre aéronefs, au moins un des aéronefs en cause était à l'arrivée. Un seul rapport portait sur deux aéronefs en roulage. De même, dans le cas des conflits signalés entre un aéronef et un véhicule, près de la moitié (44 sur 90) mettaient en cause un aéronef à l'arrivée, tandis que dans l'autre moitié l'aéronef était soit en partance, soit en roulage. De toute évidence, il faut que les pilotes soient bien au courant de leur vulnérabilité face aux situations de conflit au sol au cours des dernières étapes du vol.

Le tableau 3 montre la distribution saisonnière des faits imprévus rapportés.

TABLEAU 3

DISTRIBUTION SAISONNIERE DES INCIDENTS POUR 1985

DISTRIBUTION EN POURCENTAGE
SELON LES TRIMESTRES DE L'ANNEE CIVILE

TRIMESTRE	INCIDENTS			MOUVEMENTS
	TOTAL	AERONEFS/ AERONEFS	AERONEFS/ VEHICULE	D'AERONEFS
I	20%	14%	26%	21%
II	28%	29%	29%	28%
III	29%	34%	23%	29%
IV	23%	23%	22%	22%
TOTAL	100%	100%	100%	100%

Comme on peut le voir, la correspondance est presque parfaite entre le nombre d'incidents par trimestre et la distribution saisonnière des mouvements d'aéronefs. De même que la fréquence des faits imprévus rapportés est plus élevée aux aéroports canadiens les plus actifs, la fréquence des faits imprévus est plus élevée au cours des périodes de l'année où le trafic est le plus intense. Pendant la saison estivale, la fréquence des incidents entre aéronefs est disproportionnée (34 % des incidents par rapport à 29 % du trafic), ce qui est sans doute attribuable à l'accroissement d'activité de l'aviation

générale saisonnière. Réciproquement, pendant la saison hivernale, il y a un nombre disproportionné de situations de conflit mettant en cause des véhicules (26 % des incidents par rapport à 21 % du trafic), ce qui est sans doute attribuable à l'utilisation d'un plus grand nombre de véhicules pour l'entretien des pistes l'hiver.

Lorsqu'on analyse la distribution des conflits rapportés entre aéronefs en fonction de l'heure de la journée, on découvre qu'il y a une assez bonne corrélation entre la fréquence des incidents et les variations horaires typiques du trafic, décrites dans le document TP577, pour les plus importants aéroports canadiens. La courbe des conflits entre aéronefs et véhicules a également tendance à suivre celle des heures normales de travail lorsque les véhicules chargés de l'entretien courant peuvent normalement être présents sur l'aérodrome. Dans l'ensemble, il n'y a pas de variations imprévues dans la fréquence des faits rapportés en fonction des variations horaires normales du trafic.

Le tableau 4 résume, pour la période 1976 à 1986, les données sur les accidents et les incidents ayant donné lieu à des collisions entre aéronefs ou entre des aéronefs et des véhicules au sol aux aéroports canadiens et indique si ces derniers étaient desservis par des installations.

TABLEAU 4

RESUME DES DONNEES SUR LES COLLISIONS

(1976 à 1986)

	ACCIDENTS		INCIDENTS	
	ATC	FSS	ATC	FSS
AERONEF/AERONEF	18	3	30	3
AERONEF/VEHICULE	8	0	31	0
TOTAL	(29)		(64)	

Quatorze des 29 accidents au sol rapportés dans le système de collecte de données sur les accidents et les incidents du BCSA mettaient en cause des aéronefs stationnés; aucun de ces 29 accidents n'a entraîné de perte de vie.

2.2 Observations

La fréquence des incidents rapportés au sujet de situations de conflit potentiel est une source majeure de préoccupations. Le nombre relativement faible de collisions graves, ou l'absence de perte de vie, ne doit diminuer en rien la possibilité très réelle et les conséquences possiblement désastreuses de telles collisions, en particulier dans le cas des aéronefs de transport de passagers à l'arrivée ou en partance.

En s'appuyant sur les données disponibles dans les rapports de 1985 sur les situations de conflit potentiel au sol, on observe qu'en général:

a. les situations de conflit réel risquent davantage de se produire aux aéroports contrôlés, en particulier aux aéroports canadiens les plus fréquentés;

b. les faits imprévus mettant en cause des aéronefs d'une masse supérieure à 5 700 kg risquent davantage de se produire aux aéroports où il y a plus de 100 000 mouvements par année;

c. le risque de collision pour un aéronef est considérablement plus élevé pendant la phase d'arrivée qu'au départ;

d. le risque de collision avec un véhicule est disproportionné pendant la saison hivernale, sans doute à cause de la présence des véhicules pour l'entretien des pistes l'hiver; et

e. la fréquence des conflits entre aéronefs est plus élevée pendant la saison estivale, sans doute à cause de l'augmentation de l'activité.

Compte tenu de la valeur discutable des statisques qui ont servi à l'analyse précédente, il est nécessaire de mettre sur pied un meilleur système de collecte de données, plus cohérent et plus complet, qui ferait appel à la participation de toutes les personnes directement concernées par les manoeuvres au sol.

CHAPITRE 3

POINT DE VUE DU PILOTE

3.1 Généralités

C'est au pilote que revient l'ultime responsabilité de la prévention des collisions. De nombreuses règles relatives à l'utilisation des aéronefs et aux procédures de pilotage ont pour but la prévention des collisions avec le sol ou avec les obstacles, avec d'autres aéronefs en vol, et avec les aéronefs ou les véhicules à la surface de l'aérodrome. Le commun des mortels pense en fonction des deux dimensions dans lesquelles il a l'habitude d'évoluer; par contre, le pilote doit apprendre dès le début de son entraînement à tenir compte d'une troisième dimension et à toujours garder à l'esprit une représentation tridimensionnelle de son environnement. Le pilote utilise sa vue et son ouïe pour maintenir à jour sa représentation mentale, en particulier lorsqu'il vole conformément aux règles de vol à vue (VFR).

La charge de travail du pilote est habituellement la plus lourde au cours du décollage et de l'atterrissage. Lorsqu'il est au sol ou lorsqu'il vole en palier en toute sécurité, sa tâche est considérablement réduite. En fait, des études indiquent que les pilotes ont tendance à se détendre pendant le roulage après l'atterrissage et leur vigilance est généralement moins intense lorsqu'ils circulent au sol.

Dans un espace aérien contrôlé, le pilote qui vole en IFR est secondé par un système perfectionné de contrôle de la circulation aérienne qui lui permet de maintenir un espacement adéquat avec les autres aéronefs. Toutefois, comme nous le verrons plus loin, lorsqu'il est au sol, ce même pilote n'a à sa disposition qu'un système de contrôle bien moins rigoureux, même aux aéroports canadiens les plus fréquentés, pour maintenir un espacement adéquat avec les autres aéronefs ou avec les véhicules.

3.2 Manoeuvres au sol

Pour manoeuvrer au sol, les pilotes doivent vaincre de nombreuses difficultés, comme les dédales des voies de circulation, les indications de direction parfois inadéquates, les aires de trafic encombrées, etc. Dans le cas des avions à réaction gros porteurs, au roulage, le pilote conduit en fait un véhicule tricycle parmi les plus grands, les plus lourds et les plus inefficaces.

Assis sur son siège à 6 m, au moins, au-dessus du sol, le pilote d'un Boeing 747 ne peut voir à moins d'environ 12 m en avant de lui. La roue avant orientable de l'appareil se trouve à plusieurs mètres en arrière de son siège, alors que les bogies des atterrisseurs principaux sont à une distance d'au moins 27 m derrière lui. Comme il ne dispose d'aucun moyen de transmission directe pour entraîner ces roues, le pilote doit utiliser la poussée des réacteurs, qui est d'un rendement notablement inférieur à faible vitesse. Il est habituellement impossible pour le pilote d'un tel avion de voir, du poste de pilotage, les extrémités de ses ailes en flèche (12). Dans le cas des aéronefs plus petits de l'aviation générale, les pilotes doivent également surmonter des difficultés particulières au cours de leurs manoeuvres au sol. Nous étudierons ces difficultés plus loin dans le chapitre. Il n'en demeure pas moins, comme nous l'avons vu au chapitre 1, que les conséquences d'une erreur de pilotage au sol peuvent être tout aussi catastrophiques qu'une erreur de pilotage en vol.*

Les pilotes sont prompts à admettre qu'une des tâches les plus difficiles qu'ils ont à accomplir est de diriger leur aéronef vers une piste, ou de dégager la piste par une nuit "noire et orageuse", surtout s'ils sont fatigués ou s'ils se trouvent dans un aéroport non familier. Au cours des 25 dernières années, des améliorations importantes ont été apportées aux systèmes d'approche de piste et de balisage, ce qui a facilité les arrivées et les départs et a permis de réduire de façon importante les conditions météorologiques minimales pour ces opérations. Par contre, les améliorations ont été moins nombreuses pour les systèmes de guidage des aéronefs entre l'aérogare et la piste. Il y a de l'ironie dans le fait que, de nos jours, le pilote d'un gros porteur peut atterrir en toute sécurité malgré une visibilité presque nulle, pour ensuite voir cette sécurité compromise lorsqu'il traverse par erreur une piste en service en se rendant à l'aérogare.

Lorsqu'il circule au sol, le pilote doit porter une attention soutenue à l'évitement des obstacles, tout en suivant les instructions ATC. Les pilotes apprennent très tôt qu'une bonne façon d'éviter de pénétrer par erreur sur une piste en service est de confirmer visuellement leur priorité de passage. Dans ce but, on enseigne, entre autres, aux élèves pilotes s'assurer visuellement qu'il n'y a pas d'aéronef en approche finale avant de pénétrer sur une piste en service. Malheureusement, à mesure que les pilotes dépendent

* Ce paragraphe est une adaptation d'un passage du Manuel de conception des aérodromes de l'OACI, 4ème partie, deuxième édition, (Montréal, 1983).

davantage de leurs instruments, des autorisations de l'ATC et de la surveillance de l'équipage pour assurer la sécurité de leurs déplacements, l'efficacité de leur technique de surveillance extérieure risque de se détériorer inconsciemment. Comme l'efficacité de la surveillance du pilote représente parfois la dernière chance d'éviter une situation conflictuelle, il faut enseigner aux pilotes des techniques de surveillance efficaces et s'assurer qu'ils les pratiquent régulièrement.

En plein jour, dans un aéroport connu et lorsque la circulation est peu intense, le roulage d'un aéronef au sol n'est généralement pas une tâche très exigeante. Par contre, lorsqu'un pilote se trouve dans un aéroport peu familier, qu'il termine une longue journée de travail, que la visibilité est restreinte, que l'aire de trafic est glissante et que la circulation des aéronefs et des véhicules est intense, on peut faire beaucoup pour lui simplifier la tâche. Les lignes médianes des voies de circulation sont souvent cachées par la neige. A cause de l'effet de bleu uniforme, souvent créé par les feux des voies de circulation, il est extrêmement difficile de reconnaître un cheminement donné. Aux aérodromes dont le plan est complexe, plusieurs voies de circulation peuvent converger vers une même intersection, ce qui confronte le pilote à une masse de données superflues parmi lesquelles il doit découvrir les quelques renseignements essentiels; et pourtant, la moindre erreur à cet endroit risque de mener l'aéronef sur une piste en service.

Bien que la signalisation des aérodromes tende de plus en plus à s'uniformiser, la situation actuelle laisse encore place, dans une grande mesure, à l'interprétation personnelle de l'information présentée. C'est pourquoi, la recherche et le développement doivent produire un système de signalisation efficace quel que soit le temps, de jour ou de nuit, et quelle que soit la hauteur du poste de pilotage de l'avion au-dessus du sol. De plus, pour s'orienter sur l'aérodrome de nuit, le pilote est souvent obligé de s'arracher les yeux dans la pénombre du poste de pilotage pour tenter de déchiffrer un petit plan, souvent incomplet. Selon la complexité de l'aérodrome, un plus grand nombre de cartes représentant une surface plus petite de l'aérodrome (ou des cartes plus grandes sous forme de dépliant) sur lesquelles apparaîtraient davantage de détails seraient nécessaires. D'autres innovations pourraient s'avérer utiles; par exemple, indiquer sur les cartes d'aérodrome l'orientation des voies de circulation ou fournir des indications d'orientation le long de ces voies pourrait aider les pilotes à s'orienter lorsqu'ils circulent par visibilité restreinte.

Le système de repères fourni aux pilotes pour faciliter la navigation au sol doit être conçu de manière à répondre aux besoins d'un pilote qui n'est pas familier avec l'aéroport, et qui doit circuler dans les pires conditions possibles. Nous étudierons plus en détails les lacunes potentielles de la signalisation, du balisage lumineux et des plans d'aérodrome au chapitre 6 intitulé "Installations et matériel d'aérodrome". Quoi qu'il en soit, les pilotes peuvent faire beaucoup pour prévenir les collisions en incluant les manoeuvres au sol dans leur préparation de vol.

3.3 Dans le poste de pilotage

Les conditions de travail dans le poste de pilotage ont parfois pour effet d'exacerber les conditions susceptibles de créer des risques de collision pendant les manoeuvres au sol. Dans le cas des équipages composés de deux membres, pendant que le commandant fait rouler l'aéronef, le copilote peut être absorbé par les calculs avant vol, la transcription des autorisations ATC, le réglage des aides à la navigation, les vérifications avant ou après vol, et la coordination avec les autres membres d'équipage, au besoin. Parfois, l'équipage doit mettre en marche un moteur qu'on avait laissé au repos pour économiser du carburant pendant le roulage. Il arrive souvent que les deux membres d'équipage n'écoutent pas la même fréquence; par exemple, le commandant peut écouter la fréquence du contrôle sol, tandis que le copilote écoute la fréquence de la tour de contrôle ou de la compagnie. L'accident de Tenerife, qui a mis en cause deux équipages comprenant trois pilotes chacun, a démontré que le commandant peut souvent être pratiquement seul lorsqu'il manoeuvre l'aéronef au sol; aucun des autres membres de l'équipage de vol n'a réussi à influencer les commandants de manière à prévenir la collision.

Au cours des phases qui précèdent le décollage et qui suivent l'atterrissage, une pléthore de tâches doivent être accomplies rapidement. Etant donné la grande charge de travail au sol dans le poste de pilotage, sans une plus grande redondance du système global de guidage des déplacements au sol, le risque existe qu'un pilote surchargé de travail commette une erreur en dirigeant son appareil, que cette erreur passe inaperçue, et qu'il provoque ainsi une catastrophe.

Des facteurs extérieurs exercent souvent des pressions artificielles sur l'équipage de vol. Les pilotes attendent avec impatience le moment de prendre l'air, puisqu'ils savent très bien que pour se rendre à destination ils doivent d'abord décoller. Il arrive

également que des compagnies aériennes exercent des pressions pour que les pilotes respectent à tout prix les horaires de départ et d'arrivée, ce qui peut amener les pilotes à trop se hâter pendant le roulage; de même, dans le but d'économiser du carburant, on peut chercher à réduire le temps de roulage en choisissant des pistes non dans le vent ou en effectuant des décollages aux intersections des pistes. Le contrôleur peut demander au pilote de dégager "rapidement" la piste ou l'intersection, ou peut autoriser un aéronef à décoller ou à traverser une piste "immédiatement". A cause de ces pressions additionnelles, un pilote (qui est peut-être quelque peu désorienté, fatigué, ou absorbé par d'autres tâches) peut manquer une autorisation ou ne pas voir quelque chose qui pourtant lui saute aux yeux.

La répartition des responsabilités entre le pilote aux commandes et celui qui ne l'est pas nécessite un examen attentif (26). Pendant le décollage et l'approche à l'atterrissage, les copilotes savent très exactement ce que le pilote qui n'est pas aux commandes doit faire pour assister le commandant; il doit entre autres, surveiller les instruments de vol, accuser réception des autorisations ATC et s'assurer que le commandant est au fait de ces instructions.

Certains indices laissent croire que les commandants connaissent moins bien les responsabilités du pilote qui n'est pas aux commandes lorsque le copilote effectue l'approche ou le décollage. Le commentaire suivant, qui est une adaptation d'un énoncé de politique de la Lufthansa, a paru dans une publication des opérations aériennes de la United Airlines:

> "Le danger que présente le copilote aux commandes ne vient pas du fait qu'il est moins capable de commander l'appareil, mais bien que les commandants de bord sont moins efficaces dans le rôle d'assistant. Comme la responsabilité ultime leur revient, les commandants sont portés à surveiller de trop près les manoeuvres du copilote, si bien qu'ils en arrivent à négliger leur rôle d'assistant."

La détérioration des communications dans le poste de pilotage ou les autorisations ATC manquées sont des facteurs qui contribuent grandement aux risques de collision. Les mesures actuellement appliquées au sein de l'industrie des transports aériens visant à améliorer la gestion globale des ressources et la coordination de l'équipage de vol devraient permettre de clarifier les

responsabilités respectives du pilote aux commandes et de celui qui ne l'est pas, et d'atteindre ainsi la synergie nécessaire à un support mutuel.

3.4 Aviation générale

Le 1er janvier 1986, il y avait au Canada 73 600 licences ou permis de pilote en vigueur. Même si, jusqu'ici, la discussion a porté surtout sur le point de vue du pilote de ligne, il ne faut pas oublier qu'au Canada il y a 35 400 titulaires de licences de pilote privé et 14 000 permis d'élève pilote en vigueur. Si des exploitants professionnels admettent qu'ils sont parfois déroutés lorsqu'ils circulent dans des aéroports qui ne leur sont pas familiers, on comprend facilement que, dans un récent sondage, 34,3 % des pilotes interrogés ont répondu qu'ils étaient mal à l'aise lorsqu'ils utilisaient les gros aéroports canadiens (48).

L'effet de "bleu uniforme" est encore plus intense pour les pilotes des petits aéronefs de l'aviation générale dont le poste de pilotage est généralement situé très près du sol. Les risques de manquer une instruction ATC ou un panneau de sortie de voie de circulation sont encore plus grands pour un pilote seul aux commandes qui doit, sans aide, faire les vérifications avant et après vol, collationner les autorisations IFR et de roulage souvent complexes, s'occuper des manettes et des boutons, etc., et, en même temps, surveiller les autres aéronefs ou les véhicules à la surface de l'aérodrome. Il n'est donc pas étonnant que selon les auteurs d'une analyse menée en 1981 aux Etats-Unis sur les intrusions sur les pistes (9) dans le cas des incidents concernant l'aviation générale, 90 % des incidents examinés avaient pour cause ce que les auteurs ont appelé une erreur de pilotage. Les auteurs suggéraient qu'on devrait améliorer la qualité de l'entraînement des pilotes de l'aviation générale en ce qui a trait aux procédures sur les pistes et les voies de circulation et aux procédures radio. Le Dr Neil Winther (48) a découvert que les élèves pilotes canadiens avaient également l'impression qu'il n'avaient pas reçu une formation adéquate sur les procédures sol et l'utilisation de la radio et que, par conséquent, il arrivait fréquemment qu'ils soient incertains de leur position au sol.

Dans l'enquête menée par le Dr Winther, 53,8 % des pilotes ont déclaré avoir éprouvé des difficultés à entendre ou à interpréter les communications de la tour pendant leurs vols d'entraînement. Le bruit qui règne dans les postes de pilotage des aéronefs de l'aviation générale est normalement compris entre 90 et 100 décibels lorsque les moteurs tournent à haut régime. Malgré cela,

44,4 % des pilotes qui ont répondu à l'enquête ont déclaré qu'ils ne portaient pas de casque d'écoute à bord. Un tel niveau de bruit peut engendrer de la confusion chez les élèves-pilotes ou leur faire manquer une instruction ATC critique.

3.5 Matériel radio

Sur les 27 000 aéronefs immatriculés au Canada, on évalue qu'il y aurait jusqu'à 8 000 aéronefs NORDO, c.-à-d. sans radio. A part les signaux visuels, l'ATC dipose de peu de moyens pour communiquer avec ces aéronefs. De plus, comme ces aéronefs ne font pas de compte rendu de position, il est à peu près impossible pour les autres pilotes présents dans la même zone de se faire une représentation précise de l'espace aérien. Lorsque les conditions météorologiques sont aux limites du VFR, les risques de collision avec un aéronef NORDO sont beaucoup plus élevés. Bien que ces aéronefs ne soient autorisés à voler que dans les espaces aériens de classes D et E, ils constituent quand même un danger important aux aéroports non contrôlés.

Le fait suivant est un exemple des dangers que représentent les aéronefs NORDO:

> Un véhicule balayeur de piste travaillait, sous la surveillance d'une station FSS, sur l'unique piste 13/31 près de l'intersection de la seule voie de circulation qui mène à l'aire de stationnement. Un petit avion sans radio a roulé jusqu'à la piste 31 et a décollé en utilisant la partie située entre le seuil de la piste 31 et l'intersection de la voie de circulation (environ 2 300 pi.) L'avion est passé à 75 pieds environ au-dessus du véhicule. Il ne s'agissait pas d'un incident isolé, puisque le même avion a répété la même manoeuvre le jour suivant.

Quoique l'imposition de nouvelles limites à l'exploitation des aéronefs NORDO ne permettrait peut-être pas d'éviter des manquements flagrants à la discipline aéronautique comme celui de l'exemple ci-dessus, la présence de ces appareils dans tout aérodrome le moindrement fréquenté remet en question un principe fondamental dans la prévention des collisions, c.-à-d. qu'il faut être en mesure de réagir à la fois aux repères visuels et sonores. (Il est à noter que M. le juge Dubin (32) a recommandé que, outre les régions où l'accès des aéronefs NORDO est présentement interdit, on devrait également leur interdire d'évoluer à l'intérieur

d'une zone de fréquence obligatoire (MFZ), sauf en cas d'urgence. Les dispositions proposées dans l'Ordonnance sur la navigation aérienne (ONA) n° 34 de la série V, l'Ordonnance sur les communications obligatoires, autorisent les aéronefs NORDO à évoluer à l'intérieur d'une zone MFZ, à condition qu'ils aient communiqué avec le spécialiste d'information de vol concerné avant leur départ.)

3.6 Aides visuelles*

Les aéroports importants possèdent un système complexe et perfectionné d'aides visuelles pour faciliter la tâche du pilote dans ses déplacements au sol, en particulier lorsque la visibilité est restreinte. Toutefois, du point de vue du pilote, l'efficacité de ces aides visuelles peut être considérablement moindre que l'effet voulu. De nombreux facteurs déterminent l'efficacité avec laquelle les pilotes répondent aux aides visuelles et leur manière de détecter, de comprendre et de réagir aux divers éléments de guidage et d'information tels que perçus du poste de pilotage.

Les aides visuelles devraient assurer un guidage maximal et fournir le plus d'information possible pour permettre au pilote de ne pas avoir à consulter ses instruments. D'autres membres de l'équipage devraient annoncer les indications instrumentales critiques, cette procédure étant de nature à renforcer la sécurité des opérations par mauvaise visibilité. Comme, par visibilité réduite, le pilote ne dispose que de quelques secondes pour voir les aides visuelles et réagir en conséquence, il est extrêmement important que la configuration des aides soit non seulement normalisée, mais également qu'elle soit simple. L'aptitude du pilote à traiter les données est grande si certaines conditions sont remplies, notamment lorsque la situation évolue conformément aux prévisions et que les repères successifs confirment cette évolution. Toutefois, l'acuité visuelle et la sensibilité à l'éblouissement varient beaucoup d'un pilote à l'autre, et même, pour un pilote donné, elles varient d'un jour à l'autre.

La circulation au sol dans les conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC), surtout la nuit, devient progressivement plus difficile lorsque la visibilité diminue et ce, même pour les pilotes familiers avec l'aéroport. Malheureusement, on n'a pas encore complètement mis au point les aides visuelles nécessaires pour permettre aux aéronefs de circuler rapidement et en sécurité à la surface. Les pilotes ont besoin d'être

* Ce paragraphe est une adaptation d'un passage du Manuel de conception des aérodromes de l'OACI, 4ème partie, Aides visuelles.

avisés à l'avance de la proximité d'une courbe, à moins que la circulation au sol ne soit excessivement lente. A l'entrée de l'aire de trafic, la délimitation des voies de circulation d'aire de trafic est tout aussi importante que celle des voies de circulation de type classique. A la sortie de l'aire de trafic, par mauvaise visibilité, il peut être très difficile de repérer et d'identifier la voie de circulation à utiliser. Lorsque les pilotes ont à leur disposition un bon plan de l'aérodrome et un système complet de signalisation et de balisage lumineux, ils sont généralement capables de prévoir les caractéristiques particulières de l'aérodrome et peuvent circuler en toute sécurité.

Bien qu'il soit possible de distinguer la plupart des couleurs lorsque les zones colorées sont assez grandes pour être perçues comme des surfaces, seuls quatre signaux lumineux de couleurs distinctes peuvent être identifiés à partir du poste de pilotage lorsqu'on les voit isolément comme des sources "ponctuelles". On peut reconnaître le rouge, le blanc ou le jaune, le vert et le bleu; il n'est possible de distinguer le blanc du jaune que dans certaines conditions. Par suite du nombre restreint de couleurs identifiables, les couleurs ont fréquemment plus d'une signification; l'emplacement et la configuration des feux de couleur assurent la différenciation voulue.

Pour un pilote, la vue en perspective des dipositifs d'aides visuelles fait que les feux à grand espacement dans une rangée longitudinale produisent un effet linéaire. Par contre, pour obtenir un effet linéaire avec les feux d'une rangée transversale, il faut qu'il y ait un faible espacement entre les feux. Lorsque la visibilité diminue, il faut réduire les espacements entre les feux, particulièrement dans les rangées longitudinales, afin de fournir des repères visuels appropriés dans un champ de vision restreint.

Par temps clair, un pilote peut apercevoir un feu d'intensité relativement faible à une grande distance. Cependant, dans le brouillard, la perception des sources lumineuses diminue grandement, même à des distances relativement courtes. Par conséquent, il peut être impossible d'obtenir un guidage suffisant à l'aide des feux de bord de piste. En outre, lorsque la visibilité est très mauvaise, on ne répond pas aux besoins du pilote en augmentant l'intensité des feux conçus et espacés pour être utilisés par temps plus clair.

De même qu'à l'approche d'une piste, l'attention des pilotes est surtout attirée par des feux brillants, elle est également attirée par les chaussées qui offrent le plus grand contraste avec l'environnment. Ainsi, des

avions ont atterri sur une voie de circulation parallèle à la piste, parce que le pilote avait aperçu d'abord la voie de circulation et que son attention s'était ensuite fixée sur celle-ci tout au long de l'approche et de l'atterrissage.

Après un atterrissage de nuit, le pilote doit être informé à l'avance du point de sortie à utiliser; si ce renseignement lui manque, il arrive qu'il soit obligé de continuer à rouler à la recherche d'une voie de sortie que, souvent, il aperçoit trop tard et, par conséquent, il continue d'occuper une piste en service. Le marquage de l'entrée d'une voie de circulation à l'aide uniquement de doubles feux bleus de chaque côté se révèle parfois insuffisant comme avertissement lorsque le pilote évolue dans des conditions de visibilité marginales. Il convient de noter que les données sur les mouvements de la tête et des yeux du pilote indiquent une réduction sensible de ces mouvements pendant le roulage après l'atterrissage, en comparaison des mouvements observés pendant le roulage avant le décollage. Cela peut s'expliquer en partie par les difficultés que le pilote éprouve aussitôt après l'atterrissage; c.-à-d. la fatigue et/ou les effets du "regard fixe" adopté durant l'arrondi et l'atterrissage. Ce phénomène peut réduire la capacité du pilote à différencier une sortie de piste pendant le roulage à l'arrivée.

Un éclairage de forte intensité, l'effet de halo autour des feux, des niveaux de luminosité ambiante élevés associés à du brouillard ou de la pluie sur le pare-brise, combinés à la fatigue du pilote après l'atterrissage, sont au nombre des facteurs qui peuvent entraver la capacité du pilote à repérer un point de sortie lorsqu'il circule par visibilité réduite. Voici un exemple pour illustrer notre propos:

> Peu après minuit, le pilote d'un Beechcraft 200 a quitté la piste 07/25 et a roulé sur la terre entre les pistes. Le pilote avait mal évalué la sortie D de la voie de circulation.

Pour les pistes de catégorie II, à mesure que la portée visuelle de piste (RVR) diminue, le pilote se fie davantage au balisage lumineux axial de la piste (dans les conditions de catégorie III, le pilote ne voit pratiquement que le balisage lumineux axial). Etant donné que le balisage lumineux axial des pistes est si efficace lorsque la RVR est faible, les pilotes trouvent également fort utile que le balisage lumineux axial se prolonge sur l'axe de piste lorsque les conditions de visibilité sont marginales.

La question des aides visuelles est traitée plus en détail au chapitre 6 intitulé "Installations et matériel d'aérodrome".

3.7 Procédures du contrôle de la circulation aérienne (ATC)

Pour que l'exploitation des aéronefs dans les aéroports ou à proximité de ceux-ci se fasse en toute sécurité, il faut que les pilotes reçoivent au bon moment des renseignements clairs et précis, préférablement sous la forme d'instructions de l'ATS. Les auteurs d'une étude américaine portant sur 165 situations de conflit potentiel (1) concluaient que dans la majorité des faits imprévus mettant en cause un pilote, la technique de pilotage de ce dernier était fautive, ce qui l'avait amené à effectuer une manoeuvre sans l'instruction appropriée de la part de L'ATC. Les auteurs signalaient que les problèmes de coordination parmi les membres d'équipage, la désorientation et la confusion du pilote contribuaient souvent à omettre une instruction.

Les auteurs d'une autre étude américaine (9), portant cette fois sur 166 cas d'intrusion sur les pistes (tels que rapportés par l'intermédiaire de l'ASRS de la NASA) ont découvert que dans 50 % des cas causés par une erreur de pilotage, il s'agissait d'aéronefs ayant manoeuvré sans autorisation. Dans l'autre moitié des cas, le pilote était perdu ou désorienté (16 %), n'avait pas respecté des instructions (14 %), n'avait pas compris le sens d'un message du contrôleur (12 %), ou avait omis de "voir pour éviter" (5 %).

Lorsque la visibilité est bonne, les conséquences des erreurs d'autorisation ATC ou des autorisations mal comprises peuvent être atténuées par une confirmation visuelle tant de la part du pilote que du contrôleur. En fait, dès le début de son entraînement, on enseigne au pilote qu'il doit "voir pour éviter", ou encore, "voir et être vu". Lorsque la visibilité est restreinte, on perd la redondance de la confirmation visuelle. Jusqu'ici les procédures et les techniques disponibles pour combler le vide créé par l'absence de confirmation visuelle du pilote et du contrôleur sont inadéquates. Les conséquences peuvent s'avérer désastreuses, comme le montre l'exemple suivant:

> Un L1011 canadien a atterri à Los Angeles sur la piste 24 droite, qui est la piste située à l'extérieur de deux pistes parallèles nord. L'équipage n'a pas reçu l'instruction du contrôleur "d'attendre à l'écart" de la piste 24 gauche, qui est la piste intérieure parallèle. Le copilote

> est passé sur la fréquence sol et a demandé l'autorisation de se rendre au poste de stationnement. Le contrôleur sol qui croyait que l'avion avait déjà reçu l'autorisation de franchir la piste 24 gauche a accordé l'autorisation demandée. Comme l'autorisation ne mentionnait pas l'autorisation de franchir la piste 24 gauche, le commandant a eu l'intuition de faire confirmer cette autorisation. Lorsque le copilote a demandé spécifiquement l'autorisation de franchir la piste 24 gauche, le contrôleur sol a pratiquement crié "négatif, négatif, attendez à l'écart!" Environ cinq secondes plus tard, un DC-10 terminait sa course au décollage et déjaugeait près de l'intersection que le L1011 s'apprêtait à franchir.*

Plusieurs facteurs ont contribué au malentendu de l'incident ci-dessus. L'ATC a donné au L1011 l'autorisation de "quitter la piste 24 droite, mais d'attendre à l'écart de la piste 24 gauche" au moment où l'appareil décélérait jusqu'à 100 noeuds à la suite d'une approche aux instruments dans des conditions météorologiques limites; ainsi, la surcharge de travail a contribué à la mauvaise réception de l'autorisation. La fréquence ATC était très occupée et le contrôleur parlait pratiquement sans arrêt.

C'est pourquoi le contrôleur n'a pu s'assurer que le L1011 avait correctement collationné l'instruction d'attendre à l'écart et de demeurer sur la fréquence de la tour. Même si la procédure d'exploitation standard pour les aéronefs qui se posent régulièrement à Los Angeles consiste à passer sur la fréquence sol uniquement une fois qu'ils sont sur la piste intérieure, cette procédure n'a jamais été publiée. Le contrôleur sol n'a pas vérifié la position de l'avion qui demandait l'autorisation de se rendre au poste de stationnement et a supposé que le L1011 se trouvait à l'intérieur de la piste 24 gauche. De plus, le copilote a omis de préciser sa position lorsqu'il a contacté la tour de contrôle.

Les deux exemples suivants montrent à quel point il est nécessaire que les communications entre les pilotes et les contrôleurs se fassent au bon moment et de façon claire et précise:**

* Présentation donnée par le copilote Garry Wagner représentant de la CALPA, à l'enquête publique du BCSA.

** Ces deux faits ont été rapportés volontairement dans le cadre du Aviation Safety Reporting System de la NASA.

> L'avion a atterri sur la piste 24 droite de l'aéroport de Dorval et a dégagé par la voie de circulation Echo. Le pilote croyait avoir reçu l'autorisation de traverser la piste 28 et de passer sur la fréquence de contrôle sol, mais ce faisant, il a forcé un second aéronef à interrompre son décollage. Le pilote qui a signalé l'incident a déclaré que selon lui l'accent et le débit rapide du contrôleur avaient contribué au malentendu. L'auteur du rapport a également déclaré que l'instruction "d'attendre à l'écart" a été donnée alors que l'avion roulait à grande vitesse, juste avant qu'il ne franchisse la piste 28; en outre, selon lui, le terme "autorisé à passer à la fréquence sol" a ajouté à la confusion.

Voici le second exemple:

> Après avoir accusé un retard pendant la descente, l'avion en provenance de Buffalo (New York) faisait une approche visuelle sur la piste 24 de l'aéroport international Pearson lorsque plusieurs circuits non critiques sont tombés en panne. En plus de la lourde charge de travail qu'impose normalement à l'équipage un vol aussi court, le commandant et le copilote devaient tenter de corriger les anomalies avant d'atterrir. La visibilité était réduite par la présence d'une brume sèche face au soleil. L'équipage n'a pas remarqué que le contrôle d'approche avait omis de transférer le contrôle de l'avion à la tour et par conséquent, il s'est posé sans autorisation d'atterrissage. Le pilote a signalé qu'il était déjà arrivé à plusieurs reprises dans le passé et qu'on omette de faire le transfert entre le contrôle d'approche et la tour. Cette fois-ci, les distractions et l'approche non standard l'ont empêché d'appuyer l'ATC."

Comme nous venons de le voir, de nombreuses raisons peuvent amener les pilotes à mal interpréter les autorisations. Un indicatif d'appel non reçu, une mauvaise transposition du code alphanumérique, une charge de travail trop lourde, l'encombrement d'une fréquence, l'attente anxieuse d'une autorisation, une phraséologie non standard, sont tous des facteurs qui peuvent faire qu'une instruction soit mal comprise. Si l'on considère les conséquences potentiellement catastrophiques des

erreurs, on pourrait améliorer considérablement la marge de sécurité des opérations en obligeant les pilotes à collationner (et l'ATC à confirmer) toutes les instructions pour entrer sur une piste en service, la traverser ou attendre à l'écart d'une telle piste. Cette mesure ne nuirait pas aux autres communications essentielles. Ce collationnement obligatoire est prescrit par l'OACI dans PANS-RAC 918). Le chapitre 9 traite plus en détail de la communication verbale de l'information.

3.8 Utilisation simultanée de plusieurs pistes

Les pilotes acceptent et, dans certains cas, encouragent l'utilisation simultanée de plusieurs pistes, les décollages à partir des intersections, ainsi que d'autres mesures ayant pour but d'assurer une circulation aérienne régulière et plus rapide. Toutefois, de telles pratiques peuvent augmenter considérablement les risques de collision. Lorsque deux pistes qui se croisent sont utilisées pour l'atterrissage, la distance disponible à l'atterrissage avant l'intersection n'est pas publiée; en outre, les marques sur la piste et la signalisation ne fournissent pas d'information au pilote sur l'intersection devant lui.

Par temps clair, le décollage à partir d'une intersection présente généralement peu de risques supplémentaires; toutefois, lorsque la visibilité est réduite, il est souvent impossible pour le contrôleur de s'assurer visuellement de la position de l'aéronef en partance, et il peut arriver qu'un autre aéronef ayant reçu l'autorisation de prendre position pour décoller en utilisant toute la longueur de la piste ne voit pas l'autre appareil qui s'apprête à décoller devant lui à partir de l'intersection. Au cours de l'été 1985, deux incidents similaires se sont produits à l'aéroport international Lester B. Pearson à Toronto (Ontario), avec des avions prêts à décoller à une intersection. En voici les circonstances:

> Dans chaque cas, deux avions avaient été autorisés à pénétrer sur la piste 33 et à attendre les instructions de décollage. L'un des avions se trouvait au seuil de piste et l'autre à une intersection, 5 000 pieds plus loin sur la piste. Dans chaque cas, le non respect des procédures de communications a amené les avions à entreprendre de décoller simultanément. La piste 33 s'élève d'environ 12 pieds entre le seuil et un point à environ 4 260 pieds au nord-ouest avant de

descendre de 25 pieds sur les 11 000 pieds restants. L'intersection voisine de la voie de circulation Hotel se trouve du côté opposé du point haut du seuil. Par conséquent, un avion léger se tenant à cette intersection ne peut être vu par l'équipage de conduite d'un avion prêt à décoller au seuil de la piste 33. A la suite d'une série de facteurs, l'équipage de l'avion au seuil de piste a réagi de façon erronée après qu'eût été donnée l'autorisation de décollage à l'avion à l'intersection. L'appareil a donc commencé sa course au décollage, presque simultanément avec l'avion à l'intersection, impossible à voir pour l'équipage. Heureusement, l'ARC a pu éviter un grave accident en donnant, dans un cas, un changement de cap immédiatement après le décollage à l'avion en amont, et, dans l'autre, en avertissant l'appareil au seuil de piste d'interrompre le décollage.

Les risques de situations conflictuelles lorsqu'on utilise une piste dans les deux sens sont comparables à ceux présents lorsqu'on autorise des décollages à partir des intersections. Lorsque ce type d'exploitation est nécessaire pour assurer une circulation aérienne régulière et rapide, les pilotes doivent être tenus continuellement informés de l'évolution de la situation. Dans l'AIP, un NOTAM classe II résume les conditions requises pour l'utilisation simultanée de pistes qui se croisent; les contrôleurs doivent s'assurer que les pilotes connaissent tous les renseignements pertinents sur la circulation, les distances d'arrêt disponibles, le coefficient de freinage, etc., afin qu'ils puissent manoeuvrer en toute sécurité.

Le groupe de travail 7.1.1 de la Revue de l'espace aérien du Canada a formulé plusieurs recommandations au mois de février 1986 sur l'utilisation simultanée de pistes qui se croisent. L'une de ces recommandations était que lorsqu'on approuve l'utilisation simultanée de pistes qui se croisent, la longueur de piste disponible sur la piste restreinte soit publiée dans le Supplément de vol du Canada (CFS) et dans le Canada Air Pilot (CAP).

3.9 Aéroports non contrôlés

Aux aéroports non contrôlés, il n'y a pas de contrôleur pour autoriser les pilotes à atterrir ou à décoller. Aux aérodromes desservis par une station d'information de vol, le spécialiste d'information de vol fournit des avis aux pilotes selon sa connaissance de la circulation

aérienne locale. Toutefois, le pilote doit établir lui-même l'espacement nécessaire pour éviter les situations conflictuelles, en s'assurant visuellement de la sécurité de la situation. Le pilote doit également respecter scrupuleusement les procédures d'utilisation normalisées pour assurer l'espacement.

Comme les renseignements donnés sur la circulation sont basés uniquement sur les aéronefs dont la présence est connue, la représentation mentale que le pilote se fait de la situation changeante est souvent incomplète. Malheureusement, de nombreux pilotes ne sont pas conscients de la portée limitée des renseignements fournis et accordent inconsciemment une même confiance à un avis FSS qu'à une autorisation ATC.

En l'absence de FSS ou de RCO, le pilote doit se fier aux renseignements reçus sur la fréquence UNICOM; ces renseignements sont d'une portée encore plus limitée et sont encore moins fiables. Les pilotes doivent être conscients de la nécessité de bien respecter les procédures normalisées pour joindre le circuit et annoncer leur présence dans les aéroports non contrôlés. Un effort de publicité est nécessaire pour faire mieux comprendre aux pilotes les écarts importants qui existent dans les niveaux de service qui sont offerts aux divers aéroports. Encore une fois, le temps consacré à bien préparer le vol est d'une valeur incalculable lorsqu'on prévoit se rendre à un aéroport non contrôlé.

3.10 Observations

Les observations suivantes ont pour but de réduire les risques de collision selon le point de vue du pilote.

a. Dans le cadre de la formation des pilotes et des programmes de sécurité aéronautique, il faut insister davantage sur certains aspects de la promotion de la discipline aéronautique fondamentale tels que:

   1) la nécessité d'utiliser la phraséologie et les procédures de radiotéléphonie normalisées, y compris l'accusé de réception de toutes les autorisations de roulage et l'indicatif d'appel au complet;

   2) l'utilisation de techniques de surveillance extérieure avant d'entrer sur une piste;

   3) la réduction de la vitesse de roulage à l'approche d'une piste qu'on traverse ou sur laquelle on décolle;

4) attendre avant de demander l'autorisation de pénétrer sur une piste d'être prêt à la traverser ou à y décoller (et prévenir l'ATC lorsqu'un délai est prévisible);

5) l'application du principe "voir pour éviter" dans les opérations au sol en surveillant visuellement les opérations autour de soi et en écoutant attentivement toutes les transmissions radio afin de maintenir une représentation mentale à jour de la situation changeante;

6) s'assurer que le contrôle sol est au courant à tout moment de la position de l'aéronef sur l'aérodrome en donnant au besoin des comptes rendus de position pendant le roulage, (par exemple: après être sorti de la piste en service par visibilité réduite);

7) la nécessité pour les pilotes d'écouter uniquement la fréquence ATC assignée pendant les opérations au sol;

8) le rôle des renseignements sur la circulation (par rapport à celui des autorisations ATC) dans la prise de décision du pilote pour le maintien de l'espacement essentiel;

9) la reconnaissance des limites des renseignements fournis par les spécialistes d'information de vol aux aéroports non contrôlés;

10) la nécessité d'un strict respect des procédures et de l'écoute de la fréquence commune appropriée (fréquence obligatoire, fréquence de trafic d'aéroport ou UNICOM) aux aéroports non contrôlés;

11) la reconnaissance de l'efficacité de l'utilisation d'un casque d'écoute pour améliorer le processus de transfert de l'information; et

12) la nécessité de la plus grande vigilance lorsque plusieurs pistes sont utilisées simultanément ou lorsque les décollages aux intersections sont autorisés.

b. Afin de faciliter la navigation au sol au moyen de cartes des mouvements au sol lorsque la visibilité est réduite, la signalisation et le marquage de tous les aéroports doivent répondre aux normes internationales.

c. Dans le cas des gros aéroports complexes, des plans d'aérodrome étendus peuvent s'avérer nécessaires pour faciliter la navigation au sol.

d. Etant donné la pléthore de tâches que doit accomplir simultanément l'équipage au sol, des moyens de réduire la charge de travail dans le poste de pilotage peuvent s'avérer nécessaires, en particulier au cours des manoeuvres qui précèdent le départ.

e. Les pilotes peuvent réduire les risques de confusion et de désorientation aux aéroports qui ne leur sont pas familiers en faisant une préparation avant vol minutieuse; dans le cas des gros transporteurs, les efforts de familiarisation peuvent comprendre l'utilisation de simulateurs, de diaporamas ou d'exposés sur vidéo, ainsi que la préparation de meilleures cartes des mouvements au sol.

f. Au cours de l'entraînement à la gestion des ressources de l'équipage de vol, on devrait définir clairement les responsabilités respectives du pilote aux commandes et du pilote qui n'est pas aux commandes pendant les opérations au sol.

g. Les critères pour l'exploitation simultanée de plusieurs pistes de même que tous les renseignements essentiels pour la sécurité de ces opérations, y compris les distances d'arrêt disponibles, devraient être à la disposition des pilotes dans les publications d'information de vol (FLIP).

h. Des règles plus restrictives concernant les aéronefs NORDO aux aéroports dotés de services ATS peuvent s'avérer nécessaires.

i. Les contrôleurs de la circulation aérienne peuvent grandement améliorer la sécurité des déplacements des aéronefs et des véhicules au sol:

1) en comprenant bien les dangers inhérents à l'utilisation de termes comme "exécuter rapidement" ou "autorisé à décoller immédiatement";

2) en émettant les autorisations IFR (avec indication de temps, au besoin) aux aéronefs avant le début du roulage;

3) en donnant le moins possible d'instructions de roulage critiques pendant que l'aéronef roule à grande vitesse après l'atterrissage;

4) en vérifiant la position de tout aéronef ou véhicule qui appelle avant de donner une autorisation; et

5) en comprenant bien l'influence du débit, de l'accent, d'une phraséologie non conforme, etc., sur la compréhension du message par le pilote.

j. Le collationnement obligatoire (et la confirmation ATC) de toutes les instructions pour entrer sur une piste ou pour la traverser, ou encore pour attendre à l'écart d'une piste en service aurait pour effet d'augmenter la marge de sécurité des opérations.

CHAPITRE 4

CONTROLE DE LA CIRCULATION AERIENNE (ATC)

4.1 Le rôle de l'ATC

La principale responsabilité des contrôleurs est d'émettre des instructions, des renseignements et des autorisations aux aéronefs et aux véhicules sous leur contrôle afin d'assurer un débit sûr, rapide et bien ordonné de la circulation aérienne sur les aérodromes et dans leur voisinage. Leur objectif primordial est la prévention des collisions entre les aéronefs qui volent dans les circuits d'aérodrome, entre les aéronefs qui atterrissent et qui décollent, et entre les aéronefs et les véhicules qui circulent sur l'aire de manoeuvre.

Bien que le contrôleur de la circulation aérienne compte sur l'observation stricte des procédures d'exploitation normalisées, sur des comptes rendus de position et la clarté des communications avec les aéronefs et les véhicules, le maintien d'espacements sûrs repose également en grande partie sur ses facultés d'observation. Le contrôleur vérifie souvent visuellement les espacements et confirme continuellement la sécurité des espacements par l'observation directe, en particulier par conditions météorologiques de vol à vue (VMC). Malheureusement, dans le cas de tours de contrôle de nombreux aérodromes canadiens, le champ de vision du contrôleur sur certaines zones de la surface de l'aérodrome est partiellement obstrué. Par contre, comme nous l'avons vu au chapitre 3, en VMC, le pilote peut également corroborer visuellement la justesse de l'espacement assuré par l'ATC. A la fois pour le pilote et pour le contrôleur, l'efficacité de leur observation repose sur le degré avec lequel ils appliquent des techniques de surveillance extérieure efficaces. La tâche du contrôleur est facilitée lorsque les aéronefs et les véhicules sont peints et éclairés de manière à les rendre très visibles, en particulier lorsque la visibilité est réduite.

Aux aérodromes contrôlés, le contrôleur de la circulation aérienne choisit comme piste en service celle qui convient le mieux du point de vue opérationnel et il en va de même pour les cheminements de roulage en provenance et en direction d'une piste en service. Pour les opérations de nuit, le contrôleur choisit le type de balisage lumineux pour les pistes et les voies de circulation qui répond le mieux aux besoins des pilotes et des conducteurs de véhicule.

Lorsque la visibilité diminue, il faut également utiliser tous les feux aéronautiques de surface nécessaires pour baliser les pistes et les voies de circulation en

service. Dans ces conditions de visibilité restreinte, la capacité du contrôleur de confirmer visuellement l'espacement nécessaire entre les aéronefs au sol ou près du sol est amoindrie, voire annulée. Pourtant, dans la plupart des aéroports, le contrôleur doit se fier pour l'essentiel à l'espacement non radar, sous réserve d'une confirmation visuelle par les pilotes d'aéronef ou les conducteurs de véhicule.

Comme le champ de vision d'un pilote en roulage (ou d'un conducteur de véhicule) peut être limité, il est essentiel que les organes du contrôle de la circulation aérienne émettent des instructions claires et concises, de même que tous les renseignements nécessaires. Ils doivent également établir un ordre de priorité rationnel pour les aéronefs en arrivée et en partance, le tout dans le but de prévenir les collisions entre les aéronefs et d'autres objets. Comme nous l'avons vu dans les exemples cités dans les chapitres précédents, les risques de collision sont grandement accrus par les autorisations mal comprises ou par une mauvaise coordination des autorisations.

Dans certains aéroports, les contrôleurs de la circulation aérienne peuvent compter sur du matériel spécialisé pour confirmer la présence d'aéronefs ou de véhicules sur la surface de l'aérodrome. Par exemple, plusieurs gros aéroports canadiens se dotent actuellement de radars de surveillance des mouvements de surface (ASDE). Le chapitre 6 intitulé "Installations et matériel d'aérodrome" étudie d'autres systèmes similaires qui permettent d'obtenir une représentation précise des aéronefs et des véhicules présents dans l'aire de manoeuvre.

A l'instar des pilotes qui subissent des pressions de l'extérieur pour l'exécution rapide de leur travail, les contrôleurs de la circulation aérienne doivent subir le "stress de la cadence" sur lequel ils ont peu de contrôle. Les contrôleurs doivent faire circuler sans interruption les aéronefs présents, car ils savent que d'autres appareils les suivent. Ce "stress de la cadence" peut amener le contrôleur à faire certains gestes qui ont pour effet d'accroître les risques de collision.

4.2 Contrôle sol

Même si le contrôleur sol n'a pas toujours, d'où il est placé, une vue complète de toute la surface de l'aérodrome, il doit diriger et coordonner les mouvements de tous les véhicules et de tous les aéronefs sur l'aire de manoeuvre et, dans certains cas, également dans les

aires de trafic. De nombreux pilotes en sont venus à attendre du contrôleur sol un contrôle total comme celui assuré en vol par l'ATC.

Dans les petits aéroports, le contrôleur sol fournit les renseignements de base sur l'aéroport (par exemple: la piste en service, les conditions de surface, les vents dominants, etc.) et émet les autorisations ATC IFR aux aéronefs en partance. Aux plus petits aéroports, le contrôleur de la tour assure à lui seul les services aériens et au sol. Aux aéroports plus fréquentés, la diffusion des renseignements sol est facilitée par un service automatique d'information de région terminale (ATIS) et par des fréquences de transmission d'autorisation attribuées en exclusivité. Quoi qu'il en soit, au cours des périodes de pointe, le contrôleur sol est souvent presque débordé, comme le montre les flots ininterrompus de paroles qu'on entend sur la fréquence du contrôle sol. Aux aéroports les plus fréquentés, comme l'aéroport international Pearson de Toronto, il s'est avéré nécessaire de diviser la responsabilité du contrôle sol entre deux postes; en pareil cas, il faut que soient indiquées clairement sur les cartes d'aérodrome quelles parties de l'aérodrome sont contrôlées par quel contrôleur sol et sur quelles fréquences discrètes.

4.3 Conflits provoqués par le contrôleur

Dans une étude menée par la NASA en 1985 portant sur 1 200 intrusions potentielles sur une piste (27), l'auteur concluait qu'il y avait davantage d'erreurs commises par les pilotes que par les contrôleurs. Toutefois, la relation était passablement différente lorsqu'il ne considérait que les conflits dangereux ou critiques. Si, d'une part, le nombre d'intrusions sur une piste dues à un pilote à l'arrivée ou en roulage dominaient le total des faits imprévus, d'autre part, les incidents au départ dus à un contrôleur aux Etats-Unis dominaient en termes de la gravité potentielle des conséquences. L'auteur concluait que les intrusions sur une piste d'un aéronef en partance attribuables à un contrôleur sont celles qui présentent les plus graves dangers. Cette conclusion s'explique peut-être du fait que les pilotes ont généralement une dernière chance d'effectuer une manoeuvre d'évitement lorsqu'une situation dangereuse se présente, mais qu'au cours des départs, leur marge de manoeuvre est très limitée.

Un examen plus poussé des intrusions sur une piste d'un aéronef en partance attribuables à un contrôleur a révélé que les facteurs en cause les plus fréquents étaient un manque de vigilance de la part du contrôleur, une erreur de jugement de l'espacement, et un manque de coordination

parmi le personnel de la tour. Les situations qui favorisaient le plus souvent chacun de ces cas étaient la visibilité restreinte et les décollages aux intersections. On considérait également que les décollages aux intersections jouaient un rôle important dans les faits imprévus provoqués par le défaut du contrôleur de voir un aéronef.

4.4 Vigilance et ennui

Les périodes d'activité intense devraient statistiquement augmenter les risques de collision dans un aéroport; toutefois, on croit généralement que ce danger est quelque peu tempéré par une augmentation de l'attention et de la vigilance des contrôleurs pendant les périodes très occupées. En effet, certains indices laissent croire que le risque est accru pendant les périodes de faible activité, en particulier lorsque ces périodes en suivent d'autres, très intenses.

Au cours des périodes où il y a peu de mouvements d'aéronefs, le contrôleur a moins de données à traiter, ce qui l'amène parfois à relâcher sa vigilance. Cette baisse de vigilance peut également s'accompagner d'une augmentation de l'ennui, de la fatigue, de la nervosité, de la rêverie, etc. Cependant, le contrôle de la circulation aérienne nécessite un haut niveau d'attention et de vigilance, quelle que soit l'intensité de la circulation. Le fait suivant est caractéristique:

> Le trafic à l'aéroport était faible. Un groupe de véhicules d'entretien d'aéroport a demandé l'autorisation de travailler sur la piste en service, à l'intersection de l'autre piste principale. Le contrôleur sol a coordonné la demande avec le contrôleur de l'aéroport qui l'a approuvée après s'être assuré qu'aucun aéronef ne se dirigeait vers l'aéroport dans l'immédiat. Peu après, le contrôleur de l'aéroport a reçu une demande d'autorisation de décollage d'un Boeing 727. Le contrôleur, qui tournait le dos à ce qui se passait et qui était en pleine conversation avec un autre membre du personnel de la tour, a donné l'autorisation de décollage à l'appareil. Le contrôleur avait omis de regarder pour s'assurer que rien ne faisait obstacle sur la piste, et avait oublié qu'il avait déjà autorisé des véhicules d'entretien à travailler sur la piste en service. Par chance, l'équipage a mis en

doute l'autorisation et a attendu pour décoller qu'on eût ordonné aux véhicules de quitter la piste.

La tendance à l'inattention est plus grande pour les contrôleurs qui travaillent seuls ou dans un endroit isolé. Lorsqu'on surveille activement les décisions prises par les contrôleurs, les erreurs ou les mauvais jugements peuvent être détectés et corrigés avant qu'ils n'aient donné lieu à une situation de conflit grave. La surveillance peut être assurée par un superviseur; ou encore, les contrôleurs sol et les contrôleurs de la circulation aérienne peuvent travailler en équipe pour assurer la redondance désirée essentielle. Ainsi, les aéroports ayant un seul contrôleur sont particulièrement vulnérables aux manques d'attention pendant les périodes de faible activité. (Ces tours de contrôle sont également vulnérables à une perte totale de contrôle en cas d'incapacité subite de l'unique contrôleur.)

Un oubli peut résulter d'une distraction. Au cours des périodes de pointe, la charge de travail du contrôleur peut approcher du point de saturation. Le niveau de bruit à l'intérieur de la tour de contrôle peut être élevé à cause de la présence de plusieurs personnes (contrôleurs, surveillants, visiteurs, etc.), en particulier si beaucoup de coordination est nécessaire entre les occupants de la tour. En pareilles circonstances, les distractions peuvent facilement entraîner l'oubli de certaines circonstances ou d'autorisations données.

Dans 62 commissions d'enquête distinctes menées par Transports Canada entre novembre 1984 et septembre 1986 sur des irrégularités d'exploitation ATS, "l'oubli, un relâchement de la vigilance, l'inattention ou la distraction" se retrouvaient au nombre des facteurs en cause; 14 de ces cas portaient sur des opérations au sol. Les Forces armées canadiennes sont arrivées à des constatations similaires; l'inattention a été donnée comme facteur en cause dans 42 % des irrégularités ATC militaires (3). Malgré des procédures de contrôle fondamentallement correctes, du matériel de pointe, des contrôleurs bien entraînés et expérimentés, et des conditions de travail raisonnables, les relâchements du haut niveau de vigilance que doivent maintenir les contrôleurs de la circulation aérienne pour assurer une circulation au sol et dans les airs sécuritaire demeurent une source de préoccupation majeure. Le prix à payer pour l'ennui et l'inattention dans le contrôle de la circulation aérienne peut s'avérer excessivement élevé.

4.5 Dispositifs d'alerte de piste

Pour vaincre les problèmes naturels d'inattention et d'oubli, les contrôleurs utilisent une grande variété d'aides mnémotechniques pour se rappeler que la piste en service est occupée à bon droit par un aéronef ou un véhicule autorisé. Parmi ces aides, mentionnons l'utilisation d'un crayon et d'un bloc-notes, l'utilisation d'une vignette que le contrôleur place sur l'indicateur de direction du vent lorsqu'il a autorisé un aéronef ou un véhicule à pénétrer sur la piste, et enfin l'utilisation de dispositifs complexes qui combinent les signaux visuels et sonores pour prévenir le contrôleur. Un tel dispositif est actuellement à l'essai aux Etats-Unis; il comprend un message enregistré qui prévient le contrôleur local lorsqu'une piste est fermée. Lorsque le contrôleur autorise un aéronef à se rendre sur la piste, il actionne un interrupteur à levier à deux positions; par la suite, chaque fois que la fréquence de contrôle local est utilisée alors que l'interrupteur est sur ON, le message enregistré suivant est diffusé continuellement dans toute la tour: "CHECK RUNWAY, CHECK RUNWAY".

Des systèmes de contrôle et de guidage en surface plus complexes, comme celui de Francfort, en République fédérale d'Allemagne, comprenant le balisage séquentiel des lignes médianes et des barres d'arrêt, reliés à la tour de contrôle par l'intermédiaire d'un ordinateur principal, sont à la fois technologiquement réalisables et potentiellement efficaces dans la détection des intrusions non autorisées sur les pistes (voir chapitre 6, Installations et matériel d'aérodrome). Au Canada, on mène actuellement des recherches sur des systèmes capables de reconnaître la voix humaine et qui seraient en mesure de prévenir le contrôleur si ce dernier autorisait un aéronef à se rendre sur une piste alors que l'ordinateur aurait en mémoire que cette piste est "fermée".

On s'inquiète toutefois du fait que, même si un bon nombre de ces dispositifs d'alerte d'intrusions sur la piste et de ces aides mnémotechniques deviennent de plus en plus complexes, on n'a peut-être pas encore correctement identifié les problèmes que ces dispositifs sont censés corriger. On peut penser que même le dispositif d'avertissement le plus efficace n'aurait pu empêcher l'incident mentionné plus tôt dans le présent chapitre, étant donné le manque de vigilance et d'attention du contrôleur. Dans les tours où le contrôleur sol travaille en équipe avec le contrôleur local, les risques qu'un second aéronef ou un véhicule soit autorisé à se rendre sur une piste en service sont moins élevés. L'aide mnémotechnique la plus efficace semble être la redondance assurée par une séquence d'autorisations à deux personnes

où le contrôleur sol et le contrôleur d'aéroport se partagent la responsabilité d'une procédure préétablie pour autoriser les aéronefs à rentrer et à sortir d'une piste en service. En dernière analyse, l'utilisation par les contrôleurs de techniques de surveillance extérieure efficaces peut pallier bon nombre de problèmes de mémoire à court terme ou d'aides mnémotechniques, du moins lorsque la visibilité est normale.

La question des oublis dus à des relâchements de la vigilance ou à une surcharge de travail des contrôleurs devrait faire l'objet de recherches en sciences humaines pour trouver des moyens d'augmenter l'acuité de la mémoire. La question des variations dans le rendement humain associées à l'inattention, à l'oubli, à l'ennui, etc., sera étudiée plus en détail au chapitre 8.

4.6 Jugement spatial

Travaillant dans des conditions de visibilité très variables, le contrôleur de la circulation aérienne doit résoudre rapidement des équations espace-temps complexes afin de conserver les espacements requis entre les aéronefs. Lorsqu'un avion se déplace à 150 noeuds, qu'il se trouve à environ 3 000 mètres du contrôleur et que la visibilité est mauvaise, il peut être très ardu de juger de l'espacement nécessaire. Pourtant, les décisions portant sur les autorisations de décoller, d'atterrir, d'attendre en retrait, de traverser la piste, etc. doivent être prises presque instantanément. Les conséquences d'une erreur sont si graves, que la marge de manoeuvre est très faible pour les mauvaises décisions concernant l'espacement.

4.7 Manques de coordination à l'intérieur de la tour

Un manque de coordination entre les contrôleurs d'une même tour a été la cause de nombreux faits imprévus. La quasi-collision à l'aéroport international de Minneapolis-St-Paul décrite à la page 10 a été attribuée à un manque de coordination entre le contrôleur air local qui a autorisé un des DC-10 à décoller et le contrôleur sol qui a autorisé l'autre DC-10 à traverser la piste en service.

Au mois de juillet 1986, un manque de coordination au sein de la tour de contrôle d'un aéroport canadien a entraîné l'incident suivant:

> La piste 28 était en service et la piste 06 droite/24 gauche était sous le contrôle sol. Un avion léger a atterri sur la piste 28 et le contrôleur sol l'a autorisé, sans

en informer le contrôleur de la tour, à remonter la piste 28 pour traverser le seuil et se rendre sur la piste 06 droite. En même temps, le contrôleur de la tour, sans en informer le contrôleur sol et contrairement aux procédures d'exploitation locales, a autorisé un second avion léger à atterrir sur la piste 24 gauche. Le contrôleur de l'aéroport a supposé que le contrôleur sol était au courant de cette autorisation.

Cet incident n'a pas donné lieu à une collision; néanmoins, la principale cause de cette situation conflictuelle a été un double manque de coordination; le contrôleur sol et le contrôleur de l'aéroport ont tous deux omis de coordonner leurs activités l'un avec l'autre. Entre juin 1985 et novembre 1986, Transports Canada a tenu cinq commissions d'enquête sur les irrégularités d'exploitation des services ATS qui ont été causées par manque de coordination entre les contrôleurs de l'aéroport et ceux du sol.

Dans une étude des incursions sur les pistes et les voies de circulation aux aéroports contrôlés, la FAA a découvert que l'émission d'autorisations conflictuelles constituait 82 % des erreurs attribuées au contrôle de la circulation aérienne. La FAA a conclu que la mise au point de meilleures procédures pourrait améliorer l'efficacité avec laquelle le contrôleur local (air) et les contrôleurs sol surveillent les mouvements des aéronefs et des véhicules (9). Par exemple, lorsque le contrôleur air donne la permission au contrôleur sol de traverser ou d'utiliser une partie quelconque d'une piste en service, les deux contrôleurs devraient partager également la responsabilité des opérations pendant la durée de validité de l'autorisation spéciale. Le contrôleur sol doit s'assurer qu'il n'y a aucun appareil en conflit sur la piste en service au cours de cette période de responsabilité partagée. Ainsi, un système de "freins et contrepoids" pourrait s'établir par le biais des procédures.

Les contrôleurs utilisent divers moyens pour communiquer entre eux. En plus du dialogue normal face-à-face, ils utilisent souvent des gestes convenus comme hocher la tête ou pointer du doigt. Toutefois, la coordination la plus efficace est obtenue lorsque tous les contrôleurs portent des casques d'écoute, qu'ils coordonnent leurs activités verbalement à l'aide du microphone et des écouteurs, et qu'ils utilisent une phraséologie normalisée complète. Non seulement le port du casque d'écoute diminue-t-il l'effet du niveau de bruit ambiant dans la tour (réduisant ainsi la confusion), mais il a en plus l'avantage d'assurer des communications spécifiques dirigées pour la coordination au sein de la tour.

4.8 Exploitation de pistes multiples

Aux aéroports importants, pour assurer une circulation régulière et efficace des aéronefs, il est souvent nécessaire de faire une exploitation de pistes multiples ou se croisant. En pareil cas, les risques de collision sont intrinsèquement plus grands; par conséquent, des critères plus stricts doivent s'appliquer à ce type d'exploitation. Les relâchements de vigilance, les erreurs d'espacement ou un manque de coordination à l'intérieur de la tour ont des conséquences encore plus graves au cours de l'exploitation de pistes multiples.

Le MANOPS ATC (Manuel d'exploitation TP703) prescrit les conditions nécessaires pour qu'un contrôleur puisse autoriser des atterrissages simultanés (ou un atterrissage et un décollage) sur des pistes qui se croisent. Ces conditions tiennent compte de facteurs comme: le type d'avion, la distance de freinage disponible, la visibilité, le coefficient de freinage, la composante vent arrière, et la compréhension mutuelle de l'évolution de la situation par les deux équipages de vol. Ces critères, lorsqu'ils sont appliqués avec diligence, ont pour effet de minimiser énormément les risques de collision au cours de ce type d'opération. Mais, malgré tout, bon nombre de situations conflictuelles surviennent pendant l'utilisation de pistes qui se croisent; par exemple:

> à Québec, un élève-pilote, au cours de son premier vol solo, a décollé de la piste 06 et a eu l'autorisation d'atterrir sur la piste 26, mais il a reçu l'instruction de rester loin de l'intersection avec la piste 12-30. L'élève-pilote n'a pas suivi les instructions et a pénétré sur la piste 12-30 alors qu'un Cessna 172 faisait un posé-décollé sur la piste 30. Heureusement le Cessna 172 a déjaugé 2 000 pieds, environ, avant l'intersection.

Lorsque la visibilité est réduite, les risques de collision augmentent de façon significative si on a recours à l'exploitation de pistes multiples. Lorsqu'on utilise une seule piste, le risque de pénétrer par erreur sur la piste en service existe; toutefois, lorsqu'il y a plusieurs pistes en service, ce risque augmente d'autant. De plus, il est tout particulièrement présent lorsque des aéronefs à l'arrivée ou en partance doivent franchir une piste en service pour se rendre à l'aérogare ou pour la quitter.

Les incidents relevés au Canada et à l'étranger ont démontré qu'en l'absence d'une corroboration visuelle de la sécurité de l'opération soit par les pilotes, soit par les contrôleurs, il n'existe pas encore de système de réserve qui permettrait de détecter les erreurs de navigation au sol, les autorisations mal comprises ou les autorisations et instructions erronées ou encore, les autorisations inappropriées. Lorsque plusieurs pistes sont utilisées en même temps, particulièrement lorsque la visibilité est restreinte, il est essentiel de mettre sur pied des procédures visant à réduire le risque d'intrusion accidentelle d'un aéronef ou d'un véhicule sur l'une des pistes en service. Des procédures locales, conformes aux critères nationaux, doivent être mises au point et suivies pour assurer le plus haut niveau de sécurité possible pour l'exploitation multiple des pistes. Il convient de noter qu'en l'absence de procédures locales spécifiques approuvées, Transports Canada interdit l'utilisation simultanée de pistes qui se croisent.

4.9 Procédures d'exploitation par faible visibilité*

Les opérations au sol lorsque la portée visuelle de piste (RVR) est de 400 mètres créent des problèmes additionnels à cause de la capacité réduite des contrôleurs, des pilotes et des conducteurs de véhicule de circuler sur un aérodrome par visibilité réduite sans qu'il y ait risques de collision. Dans de telles conditions de visibilité, il est essentiel que tous les utilisateurs de l'aérodrome maintiennent une coordination serrée et respectent les procédures et les règlements spécifiques aux opérations par faible visibilité.

Certaines personnes croient à tort que les exigences concernant les procédures par faible visibilité ne s'appliquent qu'aux aéroports homologués pour les opérations de catégorie II. De nombreux aérodromes qui ne sont pas équipés pour les atterrissages de catégorie II n'en permettent pas moins des décollages dans des conditions de visibilité équivalentes.

Dans l'élaboration de procédures locales pour l'exploitation spécifique par faible visibilité, les facteurs suivants doivent être pris en considération:

* Cette section est une adaptation du chapitre 5 du manuel de l'OACI "systèmes de contrôle et de guidage des mouvements de surface, Première édition 1986".

- à quelles limites de visibilité les procédures spéciales doivent-elles entrer en vigueur?

- quelles installations au sol et systèmes d'aéronef supplémentaires sont nécessaires pour les opérations dans ces conditions de visibilité restreinte?

- quel type d'entraînement et quelles qualifications supplémentaires devraient être exigés des équipages de vol et du personnel au sol autorisés à circuler sur l'aire de manoeuvre?

- dans quelle mesure l'accès à certaines voies de circulation et à certains points d'entrée et de sortie de piste devrait-il être limité pendant les opérations par visibilité restreinte?

- quelles mesures supplémentaires devraient-être mises en place pour limiter les mouvements de véhicules non essentiels et de personnel sur l'aire de manoeuvre? (Par exemple, lorsque la visibilité est inférieure à un mille, devrait-on demander à tous les véhicules de construction de cesser leurs activités dans l'aire de manoeuvre?)

- devrait-on suspendre certaines catégories de vol à certaines conditions de visibilité prédéterminées? (Par exemple, à l'aéroport d'Orly en France, les aéronefs de moins de 25 places passagers ne sont pas autorisés dans certaines conditions de visibilité et aucun vol privé n'est autorisé en aucun temps.);

- quelles procédures d'alerte devraient être utilisées pour prévenir toutes les parties intéressées que les procédures d'exploitation spéciales par faible visibilité sont en vigueur?

- afin de contrôler la circulation des véhicules et des aéronefs, quelle segmentation de l'aire de manoeuvre serait nécessaire pour faciliter le contrôle de position en permettant de faire des comptes rendus de position au sol plus précis? (En l'absence d'une telle segmentation et d'un contrôle précis, un seul aéronef ou véhicule devrait être autorisé à la fois dans l'aire de manoeuvre, ce qui rendrait le nombre de mouvements à l'heure directement proportionnel au temps de roulage moyen en direction ou en provenance de la piste en service.)

Ce que nous venons de voir nous permet d'affirmer que pour réduire les risques de collision au cours des opérations par faible visibilité, il est essentiel de faire preuve d'une prudence, d'une discipline et d'une coopération exemplaires.

4.10 Exploitation des hélicoptères

La spécificité des hélicoptères ajoute une autre variable à la question des risques de collision, en particulier du point de vue du contrôle de la circulation aérienne. Les exemples suivants sont typiques:

> Le 24 septembre 1985, un Boeing 727 a interrompu son décollage sur la piste 36 de l'aéroport national de Washington lorsque le pilote a aperçu un hélicoptère Bell 206-L1 qui décollait de la plate-forme nord dans une direction qui allait couper la trajectoire prévue de décollage du B727. Le Boeing s'est immobilisé sur la surface en herbe de l'aire de prolongement de la piste 36. L'appareil n'a pas été endommagé et personne n'a été blessé à la suite du décollage interrompu.

Le B727 avait reçu l'autorisation de décoller du contrôleur local de la tour, tandis que le Bell 206 avait reçu l'autorisation de décoller du contrôleur hélicoptère de la tour. Ce dernier n'avait pas coordonné son autorisation avec le contrôleur local et n'avait pas spécifiquement demandé à l'hélicoptère en partance de demeurer à l'écart de la trajectoire de décollage de la piste 36. En plus de recommander la mise sur pied d'itinéraires de départ et d'arrivée normalisés pour les hélicoptères à l'aéroport national de Washington, le NTSB a recommandé qu'on procède à une étude de faisabilité sur l'établissement d'itinéraires normalisés pour les hélicoptères opérant conformément aux règles de vol à vue, ainsi que sur l'élaboration de procédures d'arrivée et de départ aux principaux aéroports des Etats-Unis.

Le second exemple, basé sur un incident survenu au Canada, démontre une autre facette de l'exploitation des hélicoptères:

> Dans un aéroport contrôlé, un hélicoptère qui avait reçu l'autorisation d'atterrir sur l'aire de trafic n° 2 a dû redécoller aussitôt après s'être posé afin d'éviter un véhicule d'entretien qui se dirigeait vers lui. La chargeuse frontale n'a pas modifié sa direction et est passée directement en-dessous de l'hélicoptère en vol stationnaire.

Dans ce dernier cas, les procédures de contrôle pour l'aire de trafic étaient inadéquates, de sorte que le conducteur du véhicule se trouvait "au mauvais endroit au mauvais moment".

Le groupe de travail de l'OACI chargé de l'exploitation des hélicoptères (HELIOPS) élabore actuellement des spécifications pour les héliports (14). Dans le cas des aérodromes principalement destinés aux aéronefs à voilure fixe et aux hélicoptères, des procédures locales spécifiques sont nécessaires pour séparer le plus possible les avions qui circulent au sol des hélicoptères. Ces procédures doivent être publiées pour être à la disposition tant du trafic local que du trafic en transit.

4.11 Communications bilatérales efficaces

Un contrôle de la circulation aérienne efficace repose sur de bonnes communications bilatérales entre le contrôleur et les pilotes ou les conducteurs de véhicule. Pourtant, les autorisations manquées sont fréquemment à l'origine des intrusions non autorisées sur les pistes. Des indicatifs d'appel non reçus, la transposition de chiffres, une formulation ambiguë, une phraséologie non normalisée, entendre ce qu'on s'attend à entendre plutôt que ce qui est dit, l'encombrement des fréquences, etc. sont tous des facteurs qui contribuent directement aux autorisations mal comprises. Le personnel des services de la circulation aérienne connaît très bien la nécessité d'élaborer une formulation à la fois précise, concise et non ambiguë pour les autorisations. Quand doit-on utiliser le terme "autorisé"? Comment un contrôleur peut-il refuser une autorisation de manière à minimiser le risque d'être mal compris? A quel moment doit-on émettre l'autorisation de décoller? Voilà le type de questions que l'on se pose continuellement au sein de la communauté aéronautique.

Le contrôleur peut créer plusieurs conditions qui font que son message est ambigu ou confus pour le pilote. En voici quelques exemples:

a. Les instructions de roulage vers la piste en service peuvent nécessiter de traverser une autre piste; si les instructions de roulage ne contiennent pas d'autorisation spécifique pour franchir la seconde piste, le pilote ne peut être absolument certain qu'un autre aéronef n'a pas reçu l'autorisation d'atterrir ou de décoller sur la seconde piste théoriquement hors service.

b. Les autorisations circonstanciées peuvent créer de la confusion. Par exemple, "autorisé à prendre position derrière le DC-9 qui atterrit" est correct, pourvu que le pilote ou le conducteur de véhicule puisse identifier sans risque de se tromper le DC-9 en courte finale.

c. L'émission ou la modification d'une autorisation ATC à un aéronef en attente sur une piste en service risque d'entraîner un décollage non autorisé.

d. Si deux aéronefs sont autorisés à prendre simultanément leur position de décollage sur deux pistes distinctes, mais qui se croisent, il y a risque d'erreur, même si l'un des aéronefs a reçu l'instruction d'attendre.

e. Les instructions de décollage données par un contrôleur travaillant seul sur la fréquence sol risquent de troubler le pilote concerné et empêchent les autres aéronefs qui écoutent la fréquence de la tour de se rendre compte qu'un décollage a été autorisé.

f. Le fait de retarder le transfert entre le contrôle des arrivées et le contrôle de la tour pour un aéronef en courte finale peut amener le pilote à penser que l'autorisation d'atterrir lui a été accordée.

L'efficacité des communications nécessite la vérification des messages transmis entre les contrôleurs et les pilotes ou les conducteurs de véhicules. Au Canada, le collationnement de toutes les autorisations ATC IFR est obligatoire. De nombreux pilotes ont également l'habitude de collationner aussi les instructions de roulage. D'aucuns ont suggéré de rendre également obligatoire le collationnement des instructions sol, en particulier lorsqu'on demande au pilote de pénétrer sur une piste en service ou d'attendre à l'écart d'une telle piste au cours des périodes de visibilité réduite. A la suite de l'enquête publique du BCSA, Transports Canada a modifié l'AIP pour insister sur la protection des pistes en service et encourager la prévention des intrusions; l'ATC demandera désormais le collationnement d'une instruction d'attendre ou d'attendre à l'écart d'une piste ou d'une voie de circulation.

Toutefois, le collationnement n'est efficace que dans la mesure où les personnes concernées l'écoutent réellement. Si on ne porte pas une attention réelle à la répétition des autorisations, cette mesure n'a pour effet que d'encombrer inutilement la fréquence. Ce phénomène est parfois désigné en anglais sous le nom de "hear back

problem". Au chapitre 9, intitulé Communication de l'information, on étudie en détail les processus qui pourraient améliorer l'efficacité des communications bilatérales entre les contrôleurs et les pilotes ou les conducteurs de véhicules.

4.12 Entraînement en simulateur

Idéalement, les contrôleurs devraient pouvoir s'entraîner à bon nombre des pratiques visant à minimiser les risques de collision qui leur sont attribuables dans des simulateurs de tour de contrôle haute fidélité. Les contrôleurs peuvent assurément s'entraîner à utiliser la phraséologie normalisée dans un environnement simulé. Malheureusement, on n'a pas encore à ce jour mis au point un simulateur de tour de contrôle qui puisse offrir à un coût raisonnable une fidélité suffisante pour améliorer significativement l'entraînement des contrôleurs au VFR. Etant donné la demande canadienne limitée pour les simulateurs VFR destinés à l'entraînement ATC ainsi que les coûts très élevés que l'on prévoit pour la mise au point d'un système offrant une résolution visuelle satisfaisante, on a mis fin à un projet conjoint qui faisait appel à la participation de CAE Electronics Ltd, du Conseil national de recherches du Canada et de Transports Canada après avoir effectué une étude de commercialisation et de facilité d'écoulement.

4.13 Observations

Les observations suivantes sont formulées dans le but d'amener une réduction des situations créées par le contrôle de la circulation aérienne qui peuvent entraîner des risques de collision.

a. La tâche du contrôleur ATC pourrait être simplifiée avec des mesures comme:

   1) équiper les contrôleurs des tours de dispositifs techniques pour appuyer leurs capacités visuelles; (par exemple, ASDE, dispositifs d'alerte en cas d'intrusion sur une piste, etc.);

   2) faire en sorte que le champ de vision du contrôleur à partir de la tour couvre la totalité des aires de manoeuvre de l'aéroport;

   3) accroître la visibilité des aéronefs et des véhicules en utilisant des couleurs plus voyantes et des feux supplémentaires;

4) diminuer les responsabilités du contrôleur sol aux aéroports les plus fréquentés en utilisant davantage l'ATIS, en utilisant des fréquences attribuées en exclusivité pour la transmission des autorisations, et en divisant au besoin les responsabilités entre deux ou plusieurs contrôleurs sol;

5) encourager les pilotes et les conducteurs de véhicule à tenir le contrôleur au courant en tout temps de leur position sur l'aéroport en transmettant au besoin des comptes rendus de position;

b. Tous les contrôleurs VFR ont besoin de formation sur les techniques de surveillance extérieure efficaces.

c. Une étude multidisciplinaire devrait être menée sur les moyens de maintenir la vigilance des contrôleurs. Entre temps, les mesures suivantes pourraient être prises à cet égard:

1) adopter d'un système normalisé d'aides mnémotechniques pour les tours de contrôle;

2) encourager la redondance du contrôle VFR par le moyen du travail en équipe à deux.

d. Le collationnement obligatoire par les pilotes et les conducteurs de véhicule de toutes les instructions pour entrer sur une piste en service ou pour attendre à l'écart d'une telle piste devrait favoriser des procédures de circulation au sol plus sûres.

e. Des procédures plus efficaces sont requises pour assurer une meilleure coordination entre les contrôleurs d'une même tour.

f. Le port de casques d'écoute par les contrôleurs devrait favoriser la coordination au sein de la tour de contrôle et réduire les distractions provoquées par le bruit ambiant, en particulier aux heures d'affluence.

g. Dans le cas de l'exploitation des pistes multiples et des pistes sécantes.

1) des procédures locales spécifiques basées sur les lignes directrices nationales sont requises;

2) des renseignements locaux spécifiques devraient être inscrits dans les publications aéronautiques pertinentes; par exemple, la distance d'arrêt disponible avant une intersection de la piste.

h. Pour compenser le fait que le contrôleur ne peut s'assurer visuellement de la sécurité des opérations lorsque la visibilité est mauvaise, des procédures locales spécifiques et des procédures d'exploitation par faible visibilité basées sur les normes de l'OACI sont nécessaires, particulièrement aux aéroports les plus fréquentés.

i. En ce qui a trait à l'exploitation des hélicoptères, les mesures suivantes sont nécessaires:

1) l'élaboration et la diffusion de procédures normalisées pour les arrivées et les départs VFR, la construction d'héliports et d'hélisurfaces désignés, l'élaboration d'itinéraires normalisés pour le vol stationnaire, la circulation au sol et la circulation aérienne pour tous les aérodromes importants;

2) la diffusion de renseignements locaux spécifiques dans les publications aéronautiques pertinentes;

3) la diffusion d'instructions spécialisées aux contrôleurs afin que ces derniers tiennent les hélicoptères le plus à l'écart possible des aéronefs à voilure fixe aux aérodromes importants.

j. Une révision permanente des pratiques et de la phraséologie ATC, à laquelle participeraient les pilotes, les conducteurs de véhicules et les contrôleurs est requise afin de diminuer l'ambiguïté et la confusion implicites dans bon nombre des pratiques actuelles.

k. En l'absence d'une meilleure définition du problème, la recherche visant à mettre au point des simulateurs haute fidélité pour l'entraînement des contrôleurs de tour en VFR n'est pas nécessaire comme moyen de réduire les risques de collision aux aéroports.

CHAPITRE 5

EXPLOITATION DES VEHICULES

5.1 Généralités

Vu que la vitesse des avions est généralement élevée sur les pistes, il est primordial que les véhicules et les avions ne se côtoient pas à cet endroit. Parce que des véhicules doivent fréquemment circuler sur les pistes ou s'en approcher, les décollages et les atterrissages dans de telles situations sont particulièrement dangereux. Sur les voies de circulation et les aires de trafic par contre, les conséquences d'une collision sont moins graves, car la circulation y est plus lente. Pendant les mois d'hiver au Canada, l'entretien des surfaces d'un aérodrome pose des problèmes particuliers au contrôle de l'exploitation des véhicules.

Des mesures extraordinaires sont prises pour assurer l'espacement du trafic aérien IFR, mais le contrôle de la circulation des véhicules sur l'aire de manoeuvre est régi par des normes d'espacement beaucoup moins strictes. Voici deux exemples qui démontrent l'utilité de mieux séparer la circulation des aéronefs de celle des véhicules.

> Le 28 février 1982, un Boeing 747 de la Lufthansa a heurté un véhicule d'inspection sur la piste alors qu'il décollait de l'aéroport de Francfort Rhein-Main. Le véhicule avait été dûment autorisé à s'engager sur la piste pour y effectuer une inspection et ce, malgré la visibilité réduite. Seul le conducteur du véhicule a été blessé. Après avoir largué le carburant, l'avion a pu se poser sans autre incident.

> Le 20 décembre 1983, un DC-9 est entré en collision avec une balayeuse-déneigeuse après une approche IFR et un atterrissage à Joel Foss Field, à Sioux Falls dans le Dakota du Sud. Les conditions étaient IMC, et la visibilité était réduite à un mille par une légère chute de neige. La balayeuse-déneigeuse a été démolie et son conducteur a été tué. Il n'y a eu aucune autre victime, mais l'appareil a été gravement endommagé.

Pour assurer l'entretien et l'inspection des pistes et des voies de circulation, il faut disposer d'une grande variété de véhicules. Outre les véhicules du personnel qui servent aux inspections régulières de la surface de l'aérodrome, les types de véhicules suivants circulent régulièrement sur les pistes et les voies de circulation: balayeuses, chasse-neige de tous types et véhicules d'entretien des feux de piste, des aides à l'atterrissage et du matériel de télécommunication. Ces derniers véhicules aident également à l'entretien de la surface des pistes, notamment pour l'obturation des fissures et la peinture des lignes médianes. Lorsque de gros travaux doivent être entrepris, il n'est pas rare de trouver au voisinage des pistes en service des véhicules allant de la tondeuse à gazon au gros engin de terrassement. Des mesures énergiques doivent être prises pour s'assurer de la compétence des conducteurs et du contrôle de la circulation des véhicules sur les aires de manoeuvre.

Tous ces mouvements de véhicules ne sont cependant pas essentiels au déroulement des vols. Trop souvent, des véhicules traversent les pistes pour des raisons de commodité personnelle, afin de gagner du temps, au lieu d'emprunter les voies de service disponibles. Par exemple, il a été mentionné lors de l'enquête publique du BCSA que des membres de l'Association canadienne de contrôle du trafic aérien (ACCTA) ont consigné, en septembre 1985 au cours de 78 heures d'affluence, plus de 2 000 véhicules ayant traversé la piste 15-33 par la voie de circulation Roméo à l'aéroport international Pearson. Selon l'ACCTA, moins de 20 % de ces traversées étaient essentielles. De toute évidence, le nombre de véhicules qui traversent les pistes mérite d'être étudié attentivement.

Sur les aires de stationnement, il existe un autre type de circulation, celui du matériel spécialisé appartenant aux transporteurs aériens et aux exploitants de services au sol: trains de chariots à bagages, camions de commissariat, matériel de chargement spécialisé du fret, escaliers automoteurs, camions sanitaires, matériel de dégivrage, groupes de parc, tracteurs pour le remorquage des avions, etc. S'y ajoute la ronde des camions-citernes, des cars transbordeurs et des véhicules d'entretien des surfaces, vaquant à leurs fonctions essentielles. Cette profusion de véhicules sur les aires de trafic des grands aéroports internationaux du Canada justifie un niveau élevé de formation et de discipline chez les conducteurs.

La séparation et le contrôle efficaces de la circulation des véhicules posent de véritables difficultés aux autorités des aéroports et aux contrôleurs sol. Pendant l'enquête publique du BCSA, des représentants de

l'Association canadienne des pilotes de ligne (CALPA) et de l'ACCTA ont fait valoir le besoin de mettre en oeuvre, à l'échelle nationale, des mesures plus rigoureuses pour limiter les risques de situations conflictuelles entre véhicules et avions. Une récente étude du BCSA sur 294 irrégularités d'exploitation de l'ATS a été à l'origine de commissions d'enquête de Transports Canada qui ont révélé que moins de 10% des incidents impliquaient des véhicules (26/294); cependant, parmi les 16 qui étaient catégorisés en fonction du risque, 15 ont été jugés dangereux par Transports Canada.

5.2 Le travail du conducteur

Sur une aire de trafic, le travail du conducteur de véhicule devrait être relativement clair. En effet, s'il respecte strictement la priorité de passage des avions, s'il emprunte les voies réservées aux véhicules et s'il respecte les consignes, il peut minimiser les risques de collision avec les avions. Quant aux conducteurs qui doivent s'engager sur l'aire de manoeuvre, leurs erreurs sont beaucoup plus lourdes de conséquences, car la circulation y est plus rapide.

Contrairement aux pilotes, on n'enseigne pas aux conducteurs de véhicule à garder continuellement à l'esprit la situation changeante autour d'eux, en particulier les arrivées et les départs des avions. Bien qu'ils soient soucieux de conduire leur véhicule avec prudence sur l'aire de manoeuvre, ils sont invariablement là pour faire un travail précis: déneigement, remplacement d'un feu, mesure de l'indice de freinage. La concentration qu'exige l'exécution de leur tâche principale peut les empêcher de garder constamment à l'esprit la situation changeante de la circulation.

Sur une piste, le conducteur se trouve souvent dans une cabine extrêmement bruyante, soit de chasse-neige, soit de balayeuse. Il est aux prises avec un travail très monotone et très ennuyeux, par exemple, pendant un déneigement de nuit par visibilité réduite qui peut durer des heures. Bien que la circulation aérienne ait tendance à diminuer au cours des six premières heures de la journée, c'est pendant celles-ci que le matériel de déneigement est le plus occupé pour que tout soit prêt pour les heures d'affluence. Des voies sont fréquemment réservées aux véhicules, sur les aires de trafic et marquées en conséquence, mais les marques et la signalisation de l'aire de manoeuvre sont en général destinées aux avions. Dans un même ordre d'idée, les procédures et la phraséologie utilisées en radiotéléphonie par les contrôleurs de la circulation aérienne et les spécialistes de l'information de vol sont en général conçues pour les équipages, un jargon que les conducteurs de véhicule ont du mal à comprendre.

5.3 Principes de contrôle des véhicules

La sécurité pourrait être grandement améliorée par l'érection de barricades à l'entrée des pistes et des aires de manoeuvre, mais cette solution n'est pas pratique. La sécurité doit plutôt reposer, dans une grande mesure, sur les conducteurs eux-mêmes. En effet, ils doivent connaître en détail le plan de l'aérodrome de façon à pouvoir déterminer leur position par les pires visibilités. Ils doivent en outre respecter les consignes, les panneaux indicateurs, les signaux et les instructions du contrôle de la circulation aérienne. Pour que les pistes soient protégées de l'intrusion des véhicules, il faut avant tout que les conducteurs autorisés à circuler sur l'aire de manoeuvre aient les connaissances et la compétence nécessaires et soient disciplinés. Malgré tout, seuls les véhicules jugés essentiels à l'exploitation technique de l'aérodrome devraient être autorisés à circuler sur l'aire de manoeuvre. Le contrôle des véhicules ne sera cependant efficace que dans la mesure où les points suivants seront pris en considération.

a. Le maximum d'efforts doit être déployé pour limiter le nombre de véhicules ayant accès aux pistes et aux voies de circulation. Dans la mesure du possible, il faut séparer la circulation des avions de celle des véhicules au moyen d'un réseau de voies réservées côté piste, pour éviter certaines parties critiques où évoluent les avions.

b. Un programme normalisé de formation et d'habilitation doit être mis sur pied pour tous les conducteurs de véhicule côté piste. Etant donné les conséquences extrêmement graves d'une erreur, le conducteur appelé à circuler sur l'aire de manoeuvre doit bénéficier d'une formation et d'une habilitation supplémentaires. Bien que les conducteurs appelés à circuler sur l'aire de trafic doivent aussi être formés et habilités spécialement, les normes et les procédures n'ont pas à être aussi strictes que celles qui s'appliquent à l'aire de manoeuvre.

c. Il est souhaitable que les conducteurs de véhicule qui se trouvent sur l'aire de manoeuvre restent en communication radio bilatérale sur une fréquence désignée localement. Idéalement, cela leur permettra de garder continuellement à l'esprit la circulation locale.

d. Aux aéroports contrôlés, les conducteurs de véhicule circulant sur l'aire de manoeuvre doivent rester sous la surveillance du contrôle sol, ou du spécialiste FSS aux aérodromes dotés d'une station d'information de vol.

5.4 Directives sur la circulation aéroportuaire

En 1980, le ministère des Transports a publié le manuel "Directives de circulation pour l'exploitation de véhicules sur les aires de mouvement aux aéroports" (TP2633). Ce manuel donne un aperçu des procédures d'exploitation des véhicules et de la radiotéléphonie et il aborde les directives sur la circulation aéroportuaire locale ainsi que les responsabilités et les fonctions du personnel affecté à l'exploitation des véhicules. Ne comprenant que 22 pages, le TP2633 ne fournit évidemment que des renseignements généraux. Les exploitants de véhicules doivent donc disposer de directives supplémentaires applicables à la circulation aéroportuaire de leur aéroport. Les dispositions du TP2633 ne sont pas appliquées uniformément par tous les directeurs d'aéroport du Canada, en partie parce que les exploitants de véhicule ne sont pas toujours au courant de ces directives fondamentales. En outre, les directeurs d'aéroport n'ont pas, actuellement, l'autorité nécessaire pour faire appliquer les directives aéroportuaires nationales et locales bien que Transports Canada soit en train de prendre des mesures pour renforcer leur autorité.

Comme le TP2633 ne fournit pas de renseignements détaillés et qu'il laisse une grande partie de la responsabilité de l'application des directives sur la circulation aéroportuaire aux autorités locales, le contrôle exercé sur l'exploitation des véhicules au Canada présente de nombreuses variantes. Le programme de circulation au sol mis en oeuvre par le directeur de l'aéroport de Gander a été cité en exemple dans l'enquête publique du BCSA. Dans bon nombre d'autres aéroports, le contrôle de la circulation des véhicules est considérablement moins rigoureux qu'à Gander.

Comme Transports Canada s'occupe directement de l'exploitation et de la direction de plus de 200 aéroports civils au Canada et qu'il est présentement en voie d'homologuer plus de 800 autres aéroports en quête d'un permis, il devrait lui être possible d'en arriver à une norme plus uniforme de contrôle des véhicules aux aéroports canadiens. Dans la mesure du possible, les consignes strictement locales devraient être réduites au minimum et être plutôt remplacées par des consignes d'exploitation applicables à l'échelle nationale. Ce n'est que de cette façon que les utilisateurs (les pilotes) connaîtront mieux les consignes appliquées par les exploitants de véhicule. Transports Canada est en train de réécrire complètement le TP2633. Il est à espérer que, lorsque ce document sera publié, il en découlera une amélioration des directives nationales sur la circulation aéroportuaire.

5.5 Formation et licence des conducteurs

Comme nous l'avons déjà mentionné, le contrôle des véhicules ne sera efficace que dans la mesure où il reposera sur un programme normalisé d'habilitation des conducteurs de véhicule côté piste. Pour l'instant au Canada, le système des permis d'exploitation de véhicule côté piste présente autant de variantes que l'application des directives sur la circulation aéroportuaire des véhicules. D'après un sondage effectué par Transports Canada, seulement 13 des 26 aéroports soumis au sondage avaient mis sur pied un système de permis d'exploitation de véhicules côté piste (AVOP). Ce sondage a révélé que les directeurs d'aéroport n'étaient pas suffisamment informés pour déterminer le type de formation et d'aide pédagogique nécessaires à cet effet et qui, parmi le personnel de l'aéroport, devrait suivre cette formation. Parmi les aéroports qui avaient un tel système en place, les examens variaient grandement d'un aéroport à l'autre, autant par les sujets traités que par le personnel qui devait se soumettre aux examens. En outre, tous avaient leur façon propre de tenir leurs dossiers de délivrance des permis. Suite à ce sondage, Transports Canada s'est penché sur plusieurs options portant sur la formation et la délivrance des permis aux conducteurs de véhicule qui circulent sur les aéroports canadiens.

Un système normalisé de permis d'exploitation de véhicules côté piste devrait tenir compte des critères suivants:

a. les conducteurs autorisés à conduire un véhicule sur l'aire de manoeuvre devraient être titulaires d'un permis différent de ceux qui sont autorisés à circuler sur les aires de trafic et ailleurs que sur les aires de manoeuvre;

b. les candidats au permis (ou leurs employeurs) doivent démontrer la nécessité opérationnelle d'être titulaires d'un permis d'exploitation de véhicules côté piste;

c. les candidats au permis d'exploitation sur les aires de manoeuvre doivent être titulaires d'un certificat à usage restreint de radiotéléphonie;

d. les candidats doivent réussir un examen écrit rigoureux conforme à la norme nationale de même qu'un examen écrit portant sur les caractéristiques et les procédures strictement locales;

e. les candidats doivent réussir un examen pratique, portant sur la conduite de leur véhicule sur les aires de l'aérodrome concernées, dans des conditions météorologiques types, en utilisant la phraséologie radiotéléphonique exacte;

f. les permis d'exploitation de véhicules côté piste devraient être valides pour une période déterminée à la fin de laquelle les titulaires devraient suivre un stage de formation périodique et subir un examen théorique et un examen pratique;

g. en cas d'infraction grave aux directives sur la circulation aéroportuaire, des mesures disciplinaires devraient être prises allant jusqu'à la suspension du permis d'exploitation de véhicules. Ces mesures disciplinaires devraient être appliquées d'après un barème national;

h. un permis d'exploitation de véhicules côté piste doit être validé (ou annoté) pour l'aéroport qui l'a délivré;

i. un système normalisé de procédures administratives et de méthodes de tenue des dossiers devrait être mis sur pied pour toutes les étapes de délivrance des permis;

j. la formation et l'habilitation des conducteurs ne devraient être que du ressort des organismes qui peuvent démontrer annuellement leurs qualifications à cet effet auprès du service de réglementation.

En avril 1987, Transports Canada prévoit mettre en vigueur un programme révisé de délivrance de permis d'exploitation de véhicules côté piste. Ce programme ne s'appliquera qu'aux aéroports dont Transports Canada est propriétaire et assure l'exploitation. Etabli en fonction de normes nationales, il ne s'appliquera toutefois qu'aux aéroports proprement dits. Il est entendu que ce nouveau programme respectera la plupart des critères énoncés précédemment.

5.6 Mise en évidence

Peu importe les installations, l'aménagement de l'aérodrome et les procédures d'exploitation établies pour éviter les risques de collision, en dernière analyse et bien souvent, une situation ne demeure sécuritaire que dans la mesure où le risque est détecté à temps pour être écarté.

Même la surveillance extérieure des aéronefs et des véhicules la plus rigoureuse peut être compromise si ces derniers ne sont pas mis en évidence. Au cours des ans, nombre de recherches ont été consacrées à l'étude des couleurs les plus susceptibles de rehausser la mise en évidence. Hélas, les résultats de ces recherches ne s'appliquent pas aux mauvaises conditions de visibilité typiques des aéroports canadiens. La nuit par exemple, la couleur d'un véhicule a peu d'importance. Il vaut mieux alors recourir à des feux lumineux brillants, de préférence stroboscopiques, pour accentuer la probabilité d'être vu par visibilité réduite ou dans l'obscurité.

Des recherches plus poussées sur les points suivants seraient sans doute les bienvenues. Quel est le nombre, la couleur, et la fréquence de clignotement des feux qui leur donnent le plus de chance d'être aperçus de la tour de contrôle ou d'un poste de pilotage, à l'arrivée ou au départ, dans des conditions de visibilité données? Ces feux devraient-ils être à intensité variable, ou dépendre de l'éclairage ambiant? Pourrait-on facilement les discerner des autres feux de l'aérodrome? Des feux haute intensité et cycliques auraient quelle influence sur les conducteurs de véhicule?

En vertu du principe "voir pour éviter", toute mesure visant à mettre davantage en évidence un aéronef à l'arrivée ou au départ serait d'une grande utilité pour les conducteurs de véhicule. A cet effet, l'AIP recommande que tous les aéronefs allument leurs feux d'atterrissage en approche finale ainsi qu'à l'atterrissage et au décollage, même de jour et par temps clair. En outre, il y aurait sans doute lieu de vérifier si les conducteurs pourraient mieux apercevoir les avions sur lesquels des feux stroboscopiques sont montés en bout d'ailes. Par ailleurs les véhicules sur les pistes en service seraient plus visibles s'ils circulaient phares allumés dans le sens contraire des aéronefs en approche.

5.7 Bruit dans la cabine

Comme il a été déjà mentionné, les conducteurs de véhicule sur les pistes doivent fréquemment endurer des niveaux de bruits élevés dans leur cabine, et ce, pendant des heures. Transports Canada prend des mesures pour réduire le bruit à l'intérieur de ces véhicules, mais pour l'instant, ce bruit continue toujours de couvrir les messages essentiels transmis aux conducteurs. D'autres moyens pour améliorer la communication de l'information entre contrôleurs et conducteurs de véhicule sont nécessaires.

Le port obligatoire de casques d'écoute atténuateurs de bruit à micro-rail pour les conducteurs de véhicule évoluant sur une piste pourraient réduire les risques de perte de communication entre conducteurs et contrôleurs. En plus de réduire efficacement le niveau de bruit ambiant, le nombre de conversations anodines avec des collègues dans la cabine serait réduit pendant les périodes critiques. Le port de tels casques d'écoute inciterait davantage les conducteurs à demeurer à l'écoute de la fréquence locale désignée. Cependant, l'atténuation du bruit ne devrait pas être telle que le conducteur ne puisse plus entendre les variations de bruit de son véhicule, par exemple, celles produites par l'effort imposé sur le moteur d'une souffleuse à neige.

L'encombrement d'une fréquence peut en outre aggraver les difficultés de communication entre contrôleurs et conducteurs de véhicule. Techniquement, il existe actuellement des solutions qui permettraient d'échanger des messages codés numériquement à l'aide de postes émetteurs récepteurs déjà montés sur la plupart des véhicules terrestres. Ainsi, les conducteurs n'auraient qu'à entrer au clavier leur position selon une grille particulière pour tenir le contrôleur sol au courant de leur position. En outre, les contrôleurs pourraient adresser aux conducteurs des messages numériques distincts. L'aspect pratique de telles technologies devrait faire l'objet d'études en vue de supprimer les effets nocifs du bruit à l'intérieur des cabines pendant les échanges d'information.

5.8 Considérations sur le contrôle de la circulation aérienne

Le contrôle intégral des véhicules repose essentiellement sur une bonne communication de l'information entre le personnel des services de la circulation aérienne et les conducteurs de véhicule. Ce qui compromet la communication entre les contrôleurs aériens et les pilotes s'applique également aux conducteurs de véhicule. Voici un exemple type de détérioration des communications:

> 7 h 45, le ciel était obscurci à 100 pieds et la visibilité était réduite à un demi-mille par de la bruine et du brouillard. Les occupants d'un véhicule du personnel ont demandé l'autorisation de se rendre sur les lieux d'un équipement, de l'autre côté de la piste en service. Le contrôleur sol a demandé au véhicule d'attendre à l'écart de la piste 26 sur la voie de circulation Hotel. Il n'a pu confirmer visuellement la position du

> véhicule à cause du brouillard. Après avoir atteint la voie de circulation Hotel, le conducteur du véhicule a reçu l'instruction du contrôle sol de "continuer à attendre à l'écart de la piste 26". Quatorze secondes plus tard, le conducteur signalait au contrôleur sol qu'il était de l'autre côté de la piste 26. Le contrôleur sol n'a pas reçu cet appel. Plus tard, on s'est aperçu qu'il s'était écoulé de quatre à cinq secondes entre le passage du véhicule sur la piste et le décollage d'un avion.

En entendant le message "continuez d'attendre à l'écart de la piste 26", le conducteur l'a interprété comme une autorisation de "continuez de traverser la piste 26". L'emploi du mot "continuez" avec l'expression "attendre à l'écart" n'est pas une phraséologie normalisée, et peut donc être sujette à mauvaise interprétation. Il est donc extrêmement important d'employer une phraséologie succincte, claire et normalisée pour diriger la circulation des véhicules étant donné que les conducteurs sont, pour la plupart, des employés saisonniers qui connaissent à peine les procédures d'exploitation des aéronefs et du contrôle de la circulation aérienne. Par conséquent, il est absolument essentiel de confirmer les instructions critiques et de les faire répéter pour s'assurer qu'elles ont été bien transmises.

Voici un autre exemple où des instructions ambiguës auraient pu placer un véhicule et un avion dans une situation de conflit:

> Un véhicule de service a été autorisé à circuler sur la piste 33 sans restrictions. Dans cet aéroport, les pistes 33 et 24 partagent une partie commune, là où elles se croisent. Pendant que le véhicule était autorisé à circuler librement sur la piste 33, et sur la partie commune, trois avions se sont posés sur la piste 24.

La confusion qui en découle pourrait être évitée si des directives plus précises étaient données aux conducteurs. Les balayeuses de piste et les déneigeuses, par exemple, ne devraient pas être autorisées à s'approcher à plus de 45 mètres de l'intersection d'une piste en service. Si des marques d'attente étaient peintes à 45 mètres de toutes les intersections de piste, elles fourniraient ainsi des indications précises dans des situations analogues à celle décrite dans l'exemple précédent.

Les procédures pourraient également être modifiées pour limiter les risques de collisions. Comme la vitesse des avions en approche est relativement élevée en début de piste, c'est à cet endroit que les intrusions sur la piste sont le plus menaçantes. En bout de piste par contre, les avions sont soit déjà en vol, soit pratiquement arrêtés. Dans la mesure du possible donc, les passages pour véhicules devraient se trouver en bout de piste. Les procédures obligeant les véhicules à circuler sur la piste dans le sens inverse de la circulation aérienne peuvent également limiter les risques de collisions. En effet, les véhicules sont ainsi plus visibles, et leurs conducteurs sont mieux en mesure d'apercevoir les avions qui arrivent. Pendant les périodes de mauvaise visibilité, des procédures spéciales devraient entrer en vigueur pour restreindre davantage la présence de véhicules non essentiels sur l'aire de manoeuvre.

Le Manuel d'exploitation des services d'information de vol (TP2043F) fournit aux spécialistes de l'information de vol (FSS) des consignes sur l'exécution d'un programme de familiarisation des FSS et des conducteurs de véhicule. Un tel programme de familiarisation conjoint peut être extrêmement utile pour améliorer les relations de travail, et par conséquent les méthodes de transfert de l'information entre spécialistes de l'information de vol et conducteurs de véhicule. Dans la mesure du possible, ce programme de familiarisation devrait s'adresser également aux aéroports contrôlés.

5.9 Observations

Les observations suivantes visent à limiter les risques de collision de véhicules sur le côté piste des aéroports canadiens.

a. Il est justifié d'étudier d'un oeil critique le nombre de véhicules qui traversent les pistes des aéroports canadiens.

b. La tâche des conducteurs de véhicule serait plus facile:

   1) si des programmes de formation rigoureux sur les divers types d'exploitation des véhicules étaient mis sur pied, utilisant au maximum les services offerts par le personnel ATS;

   2) si le nombre de directives ATC adressées aux conducteurs de véhicule était réduit, et si elles étaient plus précises et moins ambiguës;

3) si des indicatifs d'appel ne prêtant pas à confusion étaient donnés à tous les véhicules;

4) si tous les véhicules étaient convenablement équipés et en bon état de fonctionnement, notamment dotés d'un poste émetteur récepteur et de feux pour les rendre plus visibles;

5) si les pilotes accentuaient la mise en évidence de leurs appareils en laissant les phares d'atterrissage allumés en approche, à l'atterrissage et au décollage, même de jour, ainsi que le recommande l'AIP;

6) si le bruit dans les cabines des véhicules était atténué et si les conducteurs portaient un casque d'écoute;

7) si la signalisation et les marques au sol à l'intention des véhicules étaient améliorées, notamment par l'installation de feux de circulation rouges et verts aux intersections des pistes critiques;

8) si du matériel de liaison numérique était mis au point et utilisé pour éviter la nécessité de recourir à des communications verbales entre contrôleurs de la tour et conducteurs de véhicule;

9) si des marques d'attente étaient peintes près de toutes les intersections de piste.

c. Quand aux conducteurs de véhicule, ils pourraient être moins vulnérables aux risques de collision:

1) si seulement les véhicules essentiels étaient autorisés à traverser les pistes et si les voies de service d'un aéroport étaient davantage empruntées;

2) s'ils assuraient une bonne surveillance extérieure au cas où il se présenterait des aéronefs inattendus;

3) s'ils gardaient l'écoute de la fréquence commune de l'aéroport;

4) s'ils circulaient sur les pistes, phares allumés, dans le sens contraire de la circulation des avions;

5) s'ils traversaient les pistes en service uniquement en bout de piste de départ;

6) s'ils répétaient à la lettre toutes les autorisations qu'ils reçoivent sur une piste en service ou ailleurs, y compris l'instruction "attendez à l'écart de la piste".

d. Des directives plus fermes sur la circulation aéroportuaire devraient être établies à l'échelle nationale pour l'exploitation des véhicules.

e. Les directeurs d'aéroport devraient recevoir l'autorité de faire appliquer à la fois les directives aéroportuaires nationales et locales.

f. Un programme national plus rigoureux de formation des conducteurs de véhicule et de délivrance des permis d'exploitation de véhicules côté piste est nécessaire. En outre, ce programme à deux paliers devraient permettre de différencier les conducteurs autorisés à évoluer sur toutes les aires de l'aéroport de ceux qui sont limités aux aires de trafic.

g. Des mesures administratives sont nécessaires pour que les normes nationales régissant les directives sur la circulation aéroportuaire et le système de permis d'exploitation de véhicules côté piste en vigueur aux aéroports de Transports Canada reçoivent autant d'importance aux autres aéroports canadiens.

h. Des relations de travail plus harmonieuses peuvent être obtenues par le biais d'un programme de familiarisation adressé à la fois aux conducteurs de véhicule et au personnel des Services de la circulation aérienne.

j. Des recherches plus poussées pour mieux mettre en évidence les véhicules sur l'aire de manoeuvre au moyen de feux ou de systèmes d'éclairage plus efficaces sont justifiées.

CHAPITRE 6

INSTALLATIONS ET MATERIEL D'AERODROME

6.1 Problèmes opérationnels *

La piste permet à un avion de passer, de s'envoler et de se poser. Pour ce faire, l'avion doit se déplacer à grande vitesse sur la piste ou à proximité. Aucun obstacle ne doit donc s'y trouver pendant l'atterrissage et le décollage. L'avion est le plus vulnérable pendant ces étapes de vol, parce qu'il est littéralement incapable de prendre la moindre mesure d'évitement et qu'il est certainement voué à la destruction s'il entre en collision à vitesse élevée avec un obstacle de taille importante. Pour que la circulation dense des heures d'affluence s'écoule continuellement, la piste doit être réservée à l'usage exclusif des avions au départ et à l'atterrissage, et ces derniers doivent demeurer le moins longtemps possible sur la piste.

Idéalement, protéger une piste consiste à en interdire l'accès aux personnes et aux véhicules qui n'ont ni raison ni droit d'y être. Un système de sécurité exhaustif est donc nécessaire pour interdire totalement l'accès aux personnes et aux véhicules non autorisés. Pour ce faire, il peut être nécessaire de clôturer complètement l'aire de manoeuvre et de contrôler l'accès à tous les points d'entrée périphériques. Ceci étant fait, le reste dépend des pilotes et des conducteurs qui circulent sur l'aire de mouvement. Ces derniers doivent bien connaître le plan de l'aérodrome et respecter les procédures, les panneaux de signalisation, les signaux et les instructions ATC. Les connaissances, la compétence et la discipline du personnel autorisé officiellement à circuler sur l'aire de mouvement doivent s'ajouter au programme de sécurité principal.

Vu les conséquences d'une erreur commise sur l'aire de manoeuvre, des installations et du matériel de soutien doivent être mis en place pour fournir des mesures protectrices additionnelles. Aux aérodromes les plus simples, les pilotes n'ont besoin que d'une signalisation pour circuler au sol en conditions VFR de jour. Par contre, aux aérodromes ou un service plus complexe est en place pour faciliter l'écoulement de la circulation dense par faible visibilité, il faut recourir à des moyens de protection plus élaborés. Sur ces aérodromes,

* Cette description des "problèmes opérationnels" est une adaptation du "Manuel sur les systèmes de guidage et de contrôle de la circulation de surface" de l'OACI, première version 1986, chap. 7.

les pilotes doivent disposer du même type de signalisation fondamentale pour la circulation au sol, mais cette signalisation doit être efficace, quels que soient la météo et l'éclairage ambiant. Par exemple, le pilote doit être guidé convenablement en circulant au sol, même si les marques en surface sont recouvertes de neige. En outre, les contrôleurs ont besoin d'un matériel plus complexe pour compenser une circulation plus imposante et les baisses de visibilité.

Au cours des dernières 25 années, des progrès importants ont permis aux aéronefs de se poser malgré une visibilité très réduite. Il est même possible maintenant à un aéronef d'atterrir par visibilité quasi nulle sans trop courir de risques. Les progrès parallèles dans l'élaboration de mécanismes protecteurs essentiels à la sécurité de la navigation au sol entre les pistes et l'aérogare ont été plus lents. Par exemple, sur certains grands aéroports canadiens, les aéronefs peuvent être autorisés à circuler malgré une portée visuelle de piste (RVR) de 400 mètres, (et même moins sur d'autres aéroports fréquentés par des transporteurs canadiens) et la visibilité peut être encore plus réduite à certains points le long des voies de circulation en cause. L'incident (46) suivant en donne un exemple.

> Sur un gros aéroport du Moyen-Orient, un DC-10 avait été autorisé à circuler sur la piste alors que la visibilité était réduite à 300 mètres par le brouillard de nuit. Les phares d'atterrissage réussissaient à peine à percer le brouillard. Il n'y avait aucun panneau de repère permettant de déterminer la position exacte de l'appareil. Comme il fallait emprunter une bretelle à 90° particulière pour rejoindre la piste sur la droite, le commandant de bord a demandé à son copilote de compter chaque bretelle au passage. D'après la carte d'atterrissage, la troisième devait déboucher sur le début de piste. Ce n'est pourtant qu'à la toute fin de la piste que l'avion a pu décoller. L'équipage avait pourtant vérifié tous les paramètres tels que la masse, le carburant à bord, la longueur de piste, la température et le réglage de puissance. L'incident est demeuré un mystère jusqu'au jour où ... le commandant de bord a emprunté la même piste alors que la visibilité était excellente pour se rendre compte que, si la carte d'atterrissage ne représentait que trois bretelles, il y en avait en réalité quatre. Lorsque la direction aéroportuaire a été interrogée à ce sujet, elle a expliqué

> qu'étant donné que l'une des bretelles était réservée à l'usage exclusif des militaires, donc interdite à l'aviation civile, elle ne paraissait pas sur la carte d'atterrissage.

Lorsque la visibilité est réduite, le seul fait de compter le nombre de bretelles au passage ne constitue pas une méthode de navigation au sol des plus précises. Les pilotes devraient être en mesure d'établir leur position avec précision n'importe où sur l'aérodrome, malgré une visibilité quasi nulle, en comparant les panneaux et les marques visibles sur l'aérodrome avec celles qui paraissent sur leur carte d'aérodrome. L'exemple qui suit souligne les conséquences d'erreurs commises en navigation sol.

> Tôt dans la matinée du 7 décembre 1983 à l'aéroport Barajas de Madrid, le pilote d'un Boeing 727 a reçu l'autorisation de décoller, a mis les gaz et a commencé à rouler sur la piste 01. La visibilité était inférieure à 1 000 pieds. Comme le B727 s'approchait de l'intersection de la piste 01/19 et des voies de circulation 1 à 6, le pilote a aperçu la silouette floue d'un DC-9 qui traversait la piste devant lui. Avant même que ses manoeuvres d'évitement aient pu être terminées, les deux appareils s'étaient heurtés de plein fouet, entraînant la mort de 82 personnes. Le DC-9 s'était engagé sur la piste là où plusieurs voies de circulation se coupent. D'après certains pilotes, les voies de circulation à Barajas portent à confusion et sont mal identifiées.

Malheureusement, les renseignements sur l'aérodrome dont disposent les pilotes et les conducteurs de véhicule sont trop souvent insuffisants pour déterminer avec précision la position de leur véhicule ou de leur aéronef en naviguant au sol par visibilité réduite. Les normes internationales de signalisation en vigueur compliquent davantage la situation en exigeant que les marques soient placées après un point de référence (intersection d'une voie de circulation par exemple) plutôt qu'avant. Cette convention sur la signalisation est tout à fait contraire à celle qui s'applique à la circulation routière.

6.2 Signalisation et marques

Le Manuel de conception des aérodromes (4e partie: Aides visuelles) de l'OACI fournit des indications sur la conception et l'installation d'aides visuelles pour favoriser la sécurité de la navigation au sol n'importe où sur l'aire de mouvement. Néanmoins, les normes de signalisation ne couvrent pas tout. Par exemple, l'OACI commence à peine à étudier la question des pistes qui servent fréquemment de voies de circulation. Il n'y a donc encore aucune norme régissant l'emplacement des marques ou des lignes d'attente aux intersections des pistes. Sans ces marques ou lignes, un pilote ou un conducteur qui emprunte une telle piste comme voie de circulation n'a à peu près rien qui l'avertit qu'il s'approche de la piste en service lorsque la visibilité est réduite.

Même si des normes acceptables continuent de faire l'objet d'ententes internationales, des variantes considérables de signalisation sont permises, même ici au Canada. Les hivers rigoureux canadiens présentent des difficultés supplémentaires pour garantir 24 heures par jour un système de signalisation global qui permet aux pilotes et aux conducteurs de se guider convenablement. Les dimensions, l'emplacement, la couleur, la nomenclature, l'éclairage et le balisage doivent absolument être régis par une norme unique. Sans la mise sur pied d'un système de signalisation normalisé, les pilotes et les conducteurs continueront d'être aux prises avec la désorientation et la confusion et à s'engager par inadvertance sur les pistes en service. Transports Canada s'occupe présentement de la certification de plus de 800 aéroports canadiens, et met particulièrement l'accent sur une signalisation, des marques, un balisage et un éclairage convenables. En outre, d'ici 1995, Transports Canada a l'intention de remplacer les panneaux de signalisation côté piste par des panneaux conformes aux normes de l'OACI. L'aéroport international Lester B. Pearson de Toronto bénéficie déjà d'améliorations en ce sens.

6.3 L'effet de "bleu uniforme"

Comme nous l'avons mentionné au chapitre 3, les pilotes se plaignent fréquemment de l'effet de "bleu uniforme" créé par les feux qui bordent les voies de circulation. Sur plusieurs aéroports, la concentration de feux de bord de voies de circulation sur l'aire de manoeuvre crée souvent une masse confuse de lumière bleue. Aux aéroports plus anciens, des voies de circulation ont été prolongées, et si on en a ajoutées, les anciennes sont toujours utilisées. Il est tout à fait normal que tous les feux de voies de circulation soient allumés en même

temps, ce qui ajoute à la confusion. L'exemple qui suit est tiré d'un incident signalé par le biais du programme de compte rendu volontaire ASRS de la NASA.

> "Je n'avais pas l'habitude de circuler la nuit sur un aéroport non contrôlé. En me rendant vers la piste en service après être parti de l'aire de stationnement, et en me guidant sur les feux bleus de chaque côté de la voie de circulation, je me suis rendu compte soudainement que j'étais en plein centre de la piste en service. Il n'y avait heureusement aucun autre avion sur la piste, et je suis revenu en toute hâte sur la voie de circulation. Deux minutes environ après m'être engagé par inadvertance sur la piste, un avion de passagers se posait à toute allure. Ma confusion a sans doute été causée par les feux de voies de circulation. En circulant sur la voie de circulation qui coupe une piste, le pilote ne peut voir que les feux bleus de chaque côté de lui, et à distance. Il n'y a rien dans les rangées de feux bleus qui indique la proximité d'une piste."

Il arrive parfois que l'effet de "bleu uniforme" donne une fausse impression de sécurité. Aux aérodromes où les seuils de piste sont décalés par exemple, la surface en dur derrière les seuils de piste, sur laquelle il est normalement interdit d'atterrir, peut servir à la circulation au sol, au roulement initial au décollage, ou même au roulement à l'atterrissage sur la piste réciproque. Dans les faits, cette partie est donc utilisée comme si elle faisait partie de la piste. Les normes en vigueur précisent toutefois que la surface en dur derrière les seuils de piste doit être balisée sur les bords par des feux bleus. Un pilote désorienté qui se croit en sécurité dans ce de "bleu uniforme" peut, sans le savoir, faire son point fixe sur cette partie de la piste pendant qu'un autre avion est en approche sur la même piste. Le balisage lumineux bleu ne convient donc pas à cette partie d'une piste à seuil décalé. (Il est entendu que Transports Canada cherche présentement une façon d'éliminer en permanence de tels seuils de piste décalés, en bloquant les parties concernées de la piste si nécessaire.)

Le Manuel de conception des aérodromes (12) de l'OACI décrit trois méthodes pour réduire considérablement l'effet de "bleu uniforme": commutation sélective, consiste à n'allumer que les feux des segments de bord de voie de circulation essentiels à l'exploitation en cours;

l'utilisation de feux axiaux verts, à la place des feux de bords de voie, sur les sections rectilignes des voies de circulation; et l'utilisation de feux de bord de voie bleus à faisceau occulté pour réduire les effets omnidirectionnels. (Transports Canada procède présentement à l'installation d'un balisage lumineux unidirectionnel sur les bords des voies de circulation à sens unique de l'aéroport international Lester B. Pearson de Toronto.)

D'autres méthodes permettent également de réduire globalement l'effet de "bleu uniforme", notamment:

a. pour les opérations de catégorie II, les feux axiaux verts pourraient s'allumer en alternance avec des feux ambres près des intersections de piste. Les feux bleus de bord de voie de circulation pourraient également alterner avec l'ambre à proximité d'une entrée de piste ou avant et après l'intersection de voies de circulation;

b. Pour avertir les pilotes de ralentir avant d'arriver aux intersections de voies de circulation ou dans les courbes sur les voies de circulation, l'espacement entre les feux bleus périphériques pourrait être réduit.

6.4 Exploitation par visibilité réduite

Plus l'exploitation d'un aéroport doit se faire dans des conditions de visibilité réduite, plus il faudra prendre des mesures spéciales pour mettre en place des installations et du matériel d'appui pour assurer le contrôle intégral de la circulation au sol. Le Manuel d'exploitation tout temps de l'OACI (chapitre 5) prescrit les exigences additionnelles essentielles à l'exploitation des aéroports de catégories II et III. Toutefois, même si un aéroport ne dispose pas de piste de catégorie II ou III, les aéronefs sont fréquemment autorisés à circuler au sol et à décoller dans des conditions de visibilité au sol similaires à celles de ces catégories. Par conséquent, ces exigences additionnelles concernant l'exploitation de catégories II et III s'appliquent également aux aéroports canadiens non catégorisés. Il n'y a présentement au Canada aucune piste certifiée pour l'exploitation en catégorie III, mais il est fort probable que d'ici l'an 2000, un certain nombre des pistes IFR les plus occupées du Canada seront certifiées pour l'exploitation catégorie III. En prévision des exigences opérationnelles à venir, toutefois, le groupe de travail 5.1.1 de la Revue de l'espace aérien du Canada a recommandé l'élaboration de critères d'approche de catégorie III pour le Canada semblable à ceux en vigueur sur le continent européen.

Les marques de surface traditionnelles matérialisent les axes de voies de circulation et les points d'attente. Quoique convenables pour l'exploitation de jour, elles sont souvent beaucoup moins efficaces ou pas du tout pendant les heures d'obscurité ou dans des conditions de visibilité réduite. La FAA recommande donc l'installation de feux d'axe de voies de circulation au lieu de feux de bord de voies de circulation pour l'exploitation par faible visibilité aux aéroports dont l'aménagement peut prêter à confusion pour les pilotes.

Outre les mesures suggérées pour réduire l'effet de "bleu uniforme", des améliorations doivent être apportées aux aides visuelles à la navigation au sol par visibilité réduite, notamment:

a. accentuer le recours à des panneaux d'attente en plus des marques transversales actuelles peintes à 45 mètres d'une piste;

b. employer davantage un système de signalisation normalisé pour que les pilotes puissent se repérer plus facilement et avec plus de précision. (Le pilote du Pan Am 747 qui a subi un accident à Tenerife en 1977 ne savait pas qu'il venait de remonter la piste en service au-delà de la bretelle Charlie 3 par où on lui avait demandé de sortir de la piste);

c. d'améliorer l'éclairage des dispositifs de signalisation des points d'attente et de la proximité des intersections;

d. généraliser le recours à des feux de position d'attente sur les voies de circulation, constitués de paires de feux jaunes clignotants en alternance;

e. encastrer des barres d'arrêt rouges dans la surface des bretelles des pistes IFR principales;

f. recourir à des détecteurs d'intrusion sur les pistes et à des systèmes de contrôle de la circulation au sol qui sont décrits plus loin.

6.5 Exploitation pendant les périodes de forte circulation

Les aéroports dont le volume d'activité est élevé font face à des difficultés particulières. Plus le nombre d'aéronefs en circulation dans un aéroport est élevé, plus il y a de risques de conflits, à moins que des mesures extraordinaires soient prises. Dans les aéroports ordinaires, la prépondérance de la circulation est soit locale, soit régulière. Cependant, dans les

gros aéroports principaux où la circulation est dense, la plupart des aéronefs sont de passage, et bon nombre des pilotes ne connaissent pas les caractéristiques particulières de ces aéroports. En outre, le gros volume de la circulation exerce des pressions, à la fois sur les contrôleurs de la circulation aérienne et les pilotes, pour accélérer l'écoulement de la circulation. La maxime "la vitesse tue" peut s'avérer tragiquement vraie en terme de risques de collision pendant les heures d'affluence.

La circulaire "Systèmes de guidage et de contrôle de la circulation de surface" de l'OACI donne un aperçu des facteurs à considérer pour l'exploitation dans les périodes de forte circulation. Bon nombre des mesures protectrices additionnelles et nécessaires à une telle exploitation entrent en jeu dans les cas particuliers de visibilité réduite. Il y a en outre d'autres considérations, dont il faut tenir compte:

a. choix de cheminements au sol réglementaires comportant un minimum d'intersections;

b. utilisation maximale des voies de circulation à sens unique pour établir un écoulement circulaire au sol;

c. identification des pistes à usages spéciaux, piste réservée aux départs et piste réservée aux arrivées par exemple;

d. chemins de service distincts pour les véhicules qui circulent près des aires de manoeuvre;

e. configurations d'aéroports comprenant des sorties de piste à grande vitesse;

f. méthodes de signalisation et d'éclairage supplémentaires pour sorties de piste à grande vitesse;

g. utilisation d'un système automatisé de contrôle de la circulation au sol (décrit plus loin);

h. recours à une maquette de simulation pour équilibrer au maximum les mesures précédentes; et

i. diffusion maximale de l'information à tout le personnel ATC, à tous les pilotes et à tous les conducteurs de véhicule ayant un rôle à jouer dans l'exploitation pendant les périodes de forte circulation, et établissement de plans d'aérodrome supplémentaires s'il y a lieu pour les mouvements en surface.

6.6 Détecteurs d'intrusion sur les pistes

Aujourd'hui, le détecteur le plus efficace qu'on puisse trouver pour déceler les intrusions sur les pistes est l'oeil humain. Les bonnes techniques de balayage employées par les contrôleurs de la tour et les pilotes sont extrêmement fiables pour éviter les risques de collision dans les situations normales. La fiabilité de telles techniques peut être diminuée lorsque la visibilité est faible ou lorsque la circulation est particulièrement dense. Il faut donc recourir à d'autres types de détecteurs pour que l'exploitation aérienne demeure sécuritaire.

De nombreux moyens techniques ont été étudiés pour mettre au point un détecteur efficace qui pourrait donner l'alerte à temps en cas d'intrusions sur les pistes. En voici quelques-uns:

a. des détecteurs acoustiques, séismiques, à infra-rouge ou autres pourraient être placés le long des voies de circulation qui mènent aux pistes. Jusqu'à maintenant, les recherches sur ces types de détecteur n'ont abouti à aucune application pratique dans les conditions environmentales variables types que l'on rencontre sur les grands aéroports canadiens;

b. des boucles à induction placées en des points stratégiques le long d'une voie de circulation pourraient déceler magnétiquement le mouvement des aéronefs. Un tel dispositif est utilisé à Francfort, mais son installation sur les voies de circulation existantes serait extrêmement coûteuse;

c. en principe, les techniques de détection des variations du champ magnétique pourraient être appliquées si des sondes appropriées étaient placées le long des voies de circulation qui mènent aux pistes principales. Il ne semble pas que des mesures aient été prises pour appliquer cette technologie sur un prototype;

d. la mise en place d'une clôture électronique à micro-onde est possible pour protéger une piste, mais elle serait très coûteuse si la clôture devait être installée le long de toute la piste;

e. des caméras de télévision en circuit fermé pourraient être disposées près des entrées de piste, mais il faudrait les surveiller constamment, et elles seraient d'une efficacité douteuse en cas de faible visibilité;

f. un émetteur directionnel très haute fréquence (VHF) pourrait être placé à l'extrémité de chaque piste. Un faible signal, réglé à 6kHz (kilohertz) de moins que la fréquence principale du contrôle sol serait émis horizontalement le long de la piste en service. L'aéronef ou le véhicule qui s'approcherait par inadvertance de la piste en service et qui serait à l'écoute de la fréquence sol recevrait ainsi un signal d'avertissement, causé par la différence de fréquence de 6 kHz. Les aéronefs autorisés à s'engager sur la piste en service et à l'écoute de la fréquence de la tour ne seraient pas dérangés par ce signal;*

g. radar de surveillance des mouvements de surface (décrit ci-dessous).

6.7 Radar de surveillance des mouvements de surface

Afin d'aider les contrôleurs de la circulation aérienne à surveiller les aéronefs et les véhicules évoluant sur l'aire de manoeuvre par la visibilité réduite, divers types de radar de surveillance des mouvements de surface sont installés sur les grands aéroports du monde depuis nombre d'années. La plupart d'entre eux souffrent par contre de graves anomalies de fonctionnement. Par exemple, ceux qui ont un système de détection Doppler ne peuvent déceler un objet stationnaire sur la piste et, jusqu'à tout récemment, la plupart voyait leur efficacité réduite par les fortes précipitations. Sans la possibilité d'interroger un transpondeur, ces radars ne peuvent distinguer les aéronefs des véhicules. D'autres types de radars ne peuvent déceler la présence d'aéronefs et de véhicules que si ces derniers sont au sol, et sont incapables de déceler les aéronefs qui se trouvent près du sol. Tous ces types de radar doivent être surveillés continuellement, ce qui augmente considérablement la charge de travail du personnel ATC, et par le fait même, réduit l'efficacité du service ATC. Malgré les limitations précédentes, le radar le plus utilisé et qui constitue pour l'instant le meilleur moyen de surveillance non visuelle est le radar de surveillance des mouvements de surface. Dans ce cadre, l'OACI, est en train de réunir un groupe d'étude pour élaborer des normes qui seront incluses à l'Annexe 10 sur les caractéristiques du radar de surveillance des mouvements au sol.

* Cette proposition a été faite par M. Donald R. Taylor, spécialiste de l'information de vol pour le compte de Transports Canada, présent à l'enquête publique du BCSA. Consultez le recueil des présentations de l'enquête.

Des systèmes plus perfectionnés fondés sur l'utilisation de détecteurs radar sont présentement en cours d'étude. En France, par exemple, le système CORAIL a été élaboré afin d'assurer la surveillance non seulement des pistes mais aussi des trajectoires d'approche. Un dispositif analyseur intégré déclenchait une alarme au profit des contrôleurs chaque fois qu'une piste était occupée et qu'un aéronef en courte finale franchissait le seuil de piste. Comme ce système n'avait pas la résolution voulue et ne pouvait déceler la présence d'objets immobiles, les recherches à son sujet ont été abandonnées.

Au Canada, des radars de surveillance des mouvements de surface (ASDE) à la fine pointe de la technologie seront installés sur six grands aéroports au cours des deux ou trois prochaines années. Bien que ces radars puissent surmonter les difficultés d'atténuation des signaux causées par le mauvais temps, source d'efficacité réduite des anciens modèles, ils comportent également quelques limitations. Le radar canadien pourra accepter un dispositif d'identification d'aéronefs, mais pour l'instant il ne permet pas d'assurer véritablement le contrôle intégral des aéronefs et des véhicules à la surface d'un aérodrome puisqu'il ne peut distinguer les objets entre eux. Néanmoins, ces radars permettront aux contrôleurs de mieux savoir ce qui se passe pendant les périodes de mauvaise visibilité.

Des progrès récents réalisés sur le radar à ondes millimétriques entretenues et modulées en fréquence peuvent offrir des solutions de rechange moins dispendieuses par rapport aux radars de surveillance des mouvements de surface actuels, spécialement aux aéroports ou un tel radar n'est nécessaire que pour la protection des pistes. Des radars portatifs à ondes entretenues modulées en fréquence sur la bande L sont actuellement disponibles pour la détection d'intrusions. Ils pourraient être étudiés pour en faire l'utilisation sur les aérodromes. La plupart de ces dispositifs ne peuvent cependant déceler que les objets en mouvement et requièrent donc l'aide d'un ordinateur pour afficher continuellement les données devant le contrôleur.

6.8 Elaboration du contrôle de la circulation au sol

Même s'il est irréaliste de s'attendre à ce que des radars de surveillance des mouvements de surface, des barres d'arrêt, des feux axiaux à éclats séquentiels des voies de circulation ou des détecteurs sophistiqués d'intrusion soient installés sur les pistes de la plupart des aéroports offrant des approches IFR publiées, ces moyens demeurent tout de même essentiels pour assurer la sécurité au sol aux grands aéroports, si un écoulement

acceptable de la circulation aérienne doit persister lorsque la visibilité est réduite. Grâce à la mise en oeuvre croissante des technologies informatiques, une variété de détecteurs et de dispositifs de signalisation peuvent être utilisés de façon telle qu'il soit possible d'assurer le contrôle véritable de la circulation au sol.

A l'aéroport Rhein-Main de Francfort dans la République fédérale allemande par exemple, les points d'attente sont éclairés par des barres d'arrêt mises en circuit par trois boucles de détections encastrées dans la surface des voies de circulation et des pistes. Lorsqu'un avion est autorisé à circuler au sol en vue d'un décollage, le pilote n'a qu'à suivre l'axe balisé de la voie de circulation qui demeure allumé jusqu'à la barre d'arrêt au point d'attente. Lorsque l'avion passe sur la première boucle (située sur la voie à 70 mètres de la barre d'arrêt), un voyant s'allume sur un panneau spécial dans la tour. Le contrôleur peut donc savoir que l'avion s'approche de la barre d'arrêt et que le pilote s'attend à recevoir l'autorisation de s'engager sur la piste. Pour autoriser l'appareil à traverser la barre d'arrêt, le contrôleur donne non seulement son autorisation verbale, mais éteint également la barre d'arrêt. Cela a pour effet d'allumer automatiquement cette partie de l'axe de voie de circulation qui se trouve de l'autre côté de la barre d'arrêt. Lorsque l'appareil a traversé la première boucle (immédiatement après la première barre d'arrêt), la barre d'arrêt est rallumée automatiquement pour protéger la piste. Pendant la course au décollage, lorsque l'avion traverse la troisième boucle (située à peu près à 120 mètres du seuil de piste), la partie de l'axe de voie de circulation, entre la barre d'arrêt et la troisième boucle de détection s'éteint automatiquement. Si un avion traverse la barre d'arrêt sans autorisation, la boucle numéro deux sert de barrière de sécurité en avertissant le contrôleur visuellement (par l'intermédiaire d'un voyant sur un panneau de commande) et par une alarme sonore (12). Si ce procédé était également utilisé pour tous les autres points d'accès à la piste, il serait ainsi possible de contrôler véritablement l'accès et de déceler automatiquement les intrusions sur la piste.

Le système utilisé à Francfort assure tout le contrôle intégral de la circulation au sol au moyen de l'allumage sélectif des feux d'axe de voie de circulation. Ce principe peut être appliqué sur toute l'aire de manoeuvre. En effet, grâce à la commutation sélective du balisage d'axe de voie de circulation, il est possible de guider et de contrôler un aéronef entre la piste et la porte d'embarquement. Plus d'une voie de circulation peut être allumée en même temps pour permettre à plus d'un aéronef de circuler à la fois. Lorsqu'une voie en

coupe une autre, il est possible d'accorder la priorité à un avion en éteignant les feux axiaux du deuxième avion. Il devrait donc être impossible d'allumer à la fois les feux de plus d'une voie de circulation aux intersections. Comme c'est le cas à Francfort, l'ajout de barres d'arrêt aux intersections des voies de circulation combiné aux feux axiaux peut ainsi améliorer le contrôle de la circulation au sol.

A présent, très peu de systèmes de guidage et de contrôle des mouvements de surface ont recours à la commutation sélective des feux axiaux de voies de circulation et aux barres d'arrêt. Le système utilisé à l'aéroport Heathrow (Londres) qui n'avait qu'un simple interrupteur marche-arrêt a vu le jour en 1952 et a subi depuis des améliorations. Aujourd'hui ce système est complètement informatisé. Tous les feux axiaux de voie de circulation sont regroupés en plusieurs blocs espacés entre eux par une barre d'arrêt. Pour qu'un aéronef puisse se rendre d'une piste à la porte d'embarquement, le contrôleur met alternativement en circuit des segments de feux le long de la route prévue. Un seul segment d'intersection peut être allumé à la fois. Bien que ce système ne permette pas d'identifier les aéronefs, les progrès réalisés en termes de radar de surface permettent de surveiller les aéronefs quelle que soit la visibilité.

De bien des façons, le maillon faible de ces systèmes en voie d'évolution demeure l'absence d'identification véritable de l'emplacement d'un véhicule ou d'un aéronef sur l'aire de manoeuvre. Une étude menée par la FAA (16) en 1979 a traité du principe de Surveillance sol automatisée depuis la tour (TAGS) qui permettrait d'ajouter à l'écran ASDE des étiquettes d'identification des cibles. Ce système se servirait du transpondeur, notamment de la fonction IDENT pour les opérations au sol. (Par la suite, la FAA a décidé d'installer des versions améliorées de l'équipement ASDE, sans toutefois la caractéristique IDENT(identification). Il semblerait que cette technologie n'est pas encore au point).

L'un des moyens qui pourrait permettre l'identification des véhicules et des aéronefs consisterait à monter sur ceux-ci un détecteur émetteur de position. Des recherches sont présentement en cours sur un moyen de surveillance locale automatique (LADS) fondé sur les signaux LORAN-C. Ce moyen de détection pourrait également être conçu pour utiliser les signaux émis par les satellites réservés au système de positionnement de couverture mondiale (GPS).

Grâce au concept LADS, la position des aéronefs et des véhicules serait transmise à l'ATC, puis affichée sur le plan de l'aérodrome créé par ordinateur. La position des

aéronefs et des véhicules sur les voies de circulation et des pistes devrait pouvoir être déterminée en-deçà de 20 mètres. Le système de surveillance sol pourrait fournir une représentation en temps quasi-réel si l'affichage était mis à jour toutes les 0,5 à 3 secondes. Les liaisons VHF existantes pourraient servir à transmettre la position des aéronefs et des véhicules sur l'écran ATC de la tour de contrôle.

Comme la couverture LORAN-C et le système de positionnement de couverture mondiale fournis par satellite existent déjà aux grands aéroports canadiens, les coûts d'un tel système LADS seraient étonnamment bas. Etant donné que l'information critique que le contrôleur aurait sur la position exacte des aéronefs et des véhicules équipés de LADS (des renseignements qui ne sont pas disponibles de nos jours lorsqu'il est impossible de confirmer la position visuellement), de tels systèmes seraient financièrement avantageux. Le principe de superposition des données LADS sur les écrans radar a été mis en oeuvre avec succès à Houston, au Texas, où il sert à aider les opérations de forage au large des côtes.

Deux autres dispositifs présentement utilisés pour le contrôle de la circulation en surface pourraient être intégrés dans un système de contrôle central:

a. les feux à commutation sélective (décrits à la page 71) facilitent l'identification des points d'attente sur les voies de circulation, quelque soit la visibilité, et sont même relativement peu coûteux;

b. les feux rouges et verts classiques qui indiquent aux véhicules d'attendre ou de continuer sont particulièrement efficaces pour contrôler la circulation sur les voies de circulation et aux intersections entre voies de circulation et pistes. Cependant, ces feux ne peuvent remplacer les barres d'arrêt.

La Federal Aviation Administration procédera bientôt à l'évaluation d'un programme d'essai des feux de circulation destinés au contrôle de la circulation des aéronefs et des véhicules à l'aéroport international John F. Kennedy de New York. Ce système sera contrôlé de la tour et comportera des feux rouges et verts encastrés et des feux périphériques situés sur les lignes d'attente aux entrées de piste. Les feux demeureront rouges jusqu'à ce que l'avion ou le véhicule soit autorisé à rouler sur la piste, auquel moment le contrôleur fera passer les feux au vert. Ces feux confirmeront visuellement les instructions verbales données par le contrôleur de la tour.

Bien que des progrès soient réalisés dans l'élaboration de dispositifs particuliers pour améliorer le guidage et le contrôle des véhicules et des aéronefs dans des conditions de visibilité marginale au sol, il y a peu d'indices qui portent à croire que les études en question visent à les mettre en oeuvre dans un système global. De toute évidence, des recherches plus approfondies doivent être effectuées en vue d'intégrer ces divers éléments dans un système cohérent de contrôle de la circulation au sol. La technologie informatique actuelle peut faire la synthèse de divers types de données et peut contrôler tous les dispositifs conformément à une logique pré-établie.

6.9 Aménagement de l'aéroport

Jusqu'à présent, les sujets traités ont surtout porté sur l'aménagement de plus en plus complexe des aéroports en exploitation pendant les périodes de mauvaise visibilité et de forte circulation. Même aux petits aérodromes canadiens aménagés pour l'exploitation VFR de jour, la disposition des pistes et des voies de circulation risque de favoriser les intrusions. Par exemple, entre janvier et juillet 1986, à St-Hubert, au Québec, huit incidents ont été signalés parce que des avions s'étaient posés sans autorisation sur une piste ou une voie de circulation. Les pistes et les voies de circulation parallèles (et sans doute les aires de trafic parallèles) peuvent facilement être prises pour des aires d'atterrissage, notamment par les pilotes inexpérimentés. L'exemple qui suit, décrivant une collision réelle au sol survenue à l'aéroport Toronto Island, en 1985, illustre bien la situation:

> Un Aero Commander piloté par un pilote inexpérimenté (185 heures de vol au total) a été autorisé à se poser sur la piste 08, mais a atterri sur la voie de circulation Bravo où il est entré en collision avec un autre avion, après le coucher du soleil. La moitié ouest de la voie de circulation Bravo était une aire de trafic balisée par des feux de bordure ambre non réglementaires. La couleur et l'intensité des feux, d'autant plus que ces derniers étaient disposés de la même façon que les feux de piste, ont sans doute porté le pilote à mal identifier la piste.

Sur de tels aérodromes, des mesures protectrices additionnelles sont nécessaires pour identifier la piste en service. Dans le cas des pistes parallèles, la piste

de gauche et la piste de droite devraient être, elles aussi, clairement identifiées. Si les feux d'identification des pistes et les feux de la piste en service étaient allumés le jour, les pilotes pourraient mieux identifier la bonne piste d'atterrissage. Transports Canada est en train de procéder à l'installation d'un balisage lumineux relativement peu coûteux appelé "balisage lumineux d'approche omnidirectionnel" sur certains aéroports. Grâce à ce balisage qui comporte six feux stroboscopiques à allumage séquentiel et deux feux stroboscopiques d'identification de piste, les approches VFR se feront plus facilement sur la piste en service.

Comme il a été mentionné au chapitre 5, la circulation des véhicules devrait être séparée au maximum de celle des aéronefs dans la mesure du possible. La circulation des véhicules peut être réduite au minimum essentiel à l'exploitation aérienne par le biais de consignes. En outre, des modifications à l'aménagement de l'aérodrome peuvent être nécessaires pour séparer la circulation des véhicules essentiels de celles des aéronefs. A cet effet, le recours à des voies réservées aux véhicules sur les aires de trafic ainsi que la construction et l'emprunt obligatoire de voies spéciales de service, d'accès ou périmétriques, pourraient réduire efficacement les risques de collision entre aéronefs et véhicules.

6.10 Suivi

Bien que la technologie offre de nombreuses méthodes pour améliorer les installations et le matériel d'un aérodrome, les solutions techniques ne devraient être perçues que comme solutions partielles à certains problèmes. Après l'identification précise de ces derniers, et la mise en oeuvre des solutions techniques, il faudra consacrer des efforts importants à la formation du personnel et, si nécessaire, à l'application des règlements. Tous les renseignements portant sur des modifications d'installations et de consignes doivent être communiqués immédiatement à tout le personnel concerné. Les publications d'information de vol ainsi que les plans d'aérodrome doivent être modifiés en conséquence et, au besoin, des programmes de formation officiels devraient être mis sur pied. En outre, un programme d'évaluation détaillé devrait être prévu pour valider les modifications apportées. Des détails supplémentaires à ce sujet seront donnés au chapitre 10 intitulé "Gestion".

6.11 Observations

Si une vue perçante et un esprit vigilant ne risquent pas d'être remplacés par la technologie, les observations suivantes portent tout de même sur des moyens de réduire les risques de collision grâce à l'amélioration des installations et du matériel aéroportuaire.

a. Les conséquences d'erreurs en navigation au sol justifient le déploiement accéléré d'efforts en vue d'améliorer et de normaliser la signalisation et le marquage dans les aérodromes canadiens.

b. Grâce à des essais appropriés, l'effet de "bleu uniforme" pourrait être réduit par le masquage des feux périphériques bleus, l'allumage sélectif de segments de feux périphériques essentiels des voies de circulation, l'allumage en alternance des feux périphériques bleus et ambre des voies de circulation à proximité des entrées et des sorties de piste, par la réduction de l'espacement entre les feux périphériques bleus des voies de circulation proportionnellement à la nécessité de réduire la vitesse.

c. Pour que l'exploitation soit plus sûre lorsque la visibilité est réduite, des mesures additionnelles sont nécessaires pour:

   1) identifier les points d'attente des voies de circulation;
   2) faciliter la navigation au sol au moyen de plans d'aérodrome,
   3) déceler les intrusions sur les pistes.

d. Aux aéroports où le volume de la circulation est élevé, des mesures additionnelles sont nécessaires pour séparer les véhicules des aéronefs et pour accélérer l'écoulement cohérent de la circulation. De telles mesures sont décrites à la page 74.

e. Bien que l'ASDE soit un outil valable pour les contrôleurs lorsque la visibilité est mauvaise, sans la caractéristique d'identification des aéronefs, les ASDE actuellement installés sur les grands aéroports du Canada ne permettront pas aux contrôleurs de distinguer avec certitude les aéronefs des véhicules.

f. Des recherches sur l'élaboration d'un système intégré de contrôle de la circulation au sol est nécessaire pour les aéroports canadiens les plus occupés. Ces recherches devraient porter sur:

1) un prototype opérationnel de surveillance locale automatique (LADS) fonctionnant sur les signaux LORAN-C ou GPS;

2) un détecteur d'intrusion sur les pistes qui pourrait être utilisé dans toutes les conditions météorologiques du Canada si le rapport coût-efficacité le justifie.

g. Des mesures additionnelles pour différencier davantage les pistes et les voies de circulation parallèles sont nécessaires dans certains aérodromes canadiens.

h. Des feux périphériques bleus ne conviennent pas à la partie non utilisée pour les atterrissages sur les pistes dont le seuil est décalé.

i. Des marquages d'attente sont nécessaires aux intersections des pistes qui sont parfois utilisées comme voies de circulation.

j. La signalisation devrait être normalisée à l'échelle internationale pour que les pilotes et les conducteurs de véhicule puissent mieux identifier la proximité de certaines caractéristiques de l'aérodrome pendant qu'ils naviguent au sol.

CHAPITRE 7

AEROPORTS NON CONTROLES

7.1 Généralités

Bien que la plupart des sujets traités dans les chapitres précédents s'appliquent autant aux aéroports contrôlés qu'aux aéroports non contrôlés, ces derniers comportent des caractéristiques et des exigences d'exploitation particulières. Afin de respecter la portée de l'enquête publique du BCSA sur les risques de collisions des aéroports canadiens, le présent chapitre portera sur de nombreux aspects particuliers aux aéroports non contrôlés dotés d'une station d'information de vol (FSS) ou d'une installation radio télécommandée (RCO). Il est reconnu toutefois qu'une bonne partie des points qui seront soulevés s'appliquent également à quantité d'aéroports non contrôlés sans FSS ni RCO.

Au Canada, il y a 71 stations d'information de vol aux aéroports non contrôlés et 39 aux aéroports pourvus, du moins en temps partiel, d'une des 61 tours de contrôle du Canada. En outre, il existe 48 aéroports non contrôlés desservis par une FSS télécommandée, (dont huit fonctionnent à temps partiel quand la tour ou la FSS est fermée); ces RFSS sont secondées par une RCO et bon nombre des services consultatifs normalement offerts par un FSS ne sont pas disponibles. Le nombre d'aéronefs qui évoluent dans ces aéroports varie de quelque 1 000 par année à plus de 45 000. Par conséquent, les exigences opérationnelles et les niveaux de service fournis varient grandement, selon qu'un aéroport est doté d'une FSS ou d'une RCO.

L'exploitation des aéroports non contrôlés exige beaucoup de discipline en matière de respect des consignes, particulièrement pendant les périodes de visibilité réduite. Néanmoins, si les consignes d'exploitation et de télécommunication sont suivies à la lettre, la circulation en vol et au sol peut se faire remarquablement bien.

Bien que AIP Canada avise les pilotes en vol selon les règles de vol à vue (VFR) que la responsabilité de voir et d'éviter les autres aéronefs leur revient, tout le personnel a besoin d'alarmes sonores et visuelles pour renforcer la sécurité aérienne à proximité des aérodromes non contrôlés. Les pilotes, les conducteurs de véhicule et les spécialistes de l'information de vol doivent constamment être vigilants pour se représenter continuellement l'ensemble de la circulation et être prêts, le moment voulu, à éviter la moindre situation conflictuelle.

L'accident d'un Boeing 737 de la Pacific Western Airlines survenu à Cranbrook, en Colombie-Britannique, à un aéroport non contrôlé, le 11 février 1978 (décrit aux pages 8 et 9) illustre bien les circonstances qui peuvent provoquer un accident désastreux à un aéroport non contrôlé. Etant donné la variété des facteurs contributifs de cet accident évitable, ce dernier est devenu le modèle à étudier pour la prise d'un nombre considérable de mesures correctives au Canada.

7.2 Enquête Dubin

En 1979, une commission d'enquête sur la sécurité aérienne a été dirigée par le juge Charles L. Dubin, commissaire. Dans son rapport final, le juge Dubin a fait plusieurs recommandations au sujet des FSS et des communications aux aéroports non contrôlés. Quelques-unes sont reproduites ci-dessous dans nos propres termes:

a. Transports Canada devrait réévaluer les critères justifiant l'implantation des stations d'information de vol.

b. Toutes les nouvelles stations d'information de vol devraient être structurées de façon à fournir aux spécialistes de l'information de vol une vue dégagée des aires de trafic, des pistes et des approches. Celles qui n'offrent pas une vue dégagée devraient être relocalisées.

c. Les spécialistes de l'information de vol devraient avoir l'autorité de contrôler la présence des véhicules sur le côté piste de l'aéroport, grâce à la mise en vigueur d'un service consultatif intégral sur les véhicules.

d. Aucun conducteur de véhicule ne devrait avoir accès au côté piste d'un aéroport à moins qu'il soit titulaire d'un certificat en bonne et due forme.

e. Transports Canada devrait revoir les lignes directrices sur la fréquence obligatoire et y apporter des modifications compte tenu de l'expérience acquise.

f. Des zones de fréquence obligatoire devraient être établies dans les zones où les risques de conflits graves sont élevés, et les aéronefs qui s'y trouvent devraient être tenus de communiquer sur la fréquence obligatoire désignée.

Transports Canada a réagi favorablement à ces recommandations. Bien qu'un nombre important d'anomalies à la sécurité ayant fait l'objet de ces recommandations persiste encore aujourd'hui, des mesures correctives ont été prises dans la plupart des cas.

7.3 Le travail du spécialiste de l'information de vol

Le spécialiste de l'information de vol fournit, entre autres, les services suivants:

a. il aide les aéronefs en détresse;

b. il donne des services consultatifs aux aéroports, aux véhicules et aux aéronefs en route;

c. il fournit des renseignements sur la sécurité en vol (conditions de vol défavorables ou dangers le long de la route de vol par exemple);

d. il aide les pilotes à planifier leurs vols, et leur fait des exposés au besoin;

e. il alerte les services de recherche et sauvetage et effectue des recherches par télécommunication au cas où un aéronef VFR est en retard;

f. il consigne les observations météorologiques et les signale;

g. il surveille l'état de fonctionnement des aides à la navigation;

h. il met à jour un tableau d'affichage des NOTAM pour les exposés pré-vol;

j. il exécute d'autres tâches diverses telles que la prestation d'un service de radiogoniométrie VHF et d'un service d'avis aux douanes. Il est aussi le point central et local de collecte et de diffusion des renseignements aéronautiques.

Le Manuel d'exploitation (MANOPS) des services d'information de vol (TP2043) énonce les responsabilités précédentes par ordre de priorité. Pour éviter les collisions au sol, toutefois, il est absolument essentiel d'offrir des services consultatifs aux aéronefs et aux véhicules.

Malgré l'importance des services consultatifs aux aéronefs et aux véhicules, l'aire de manoeuvre de l'aéroport n'est pas toujours complètement visible des stations d'information de vol. Cinquante des 74 stations

d'information de vol des aéroports non dotés d'une tour de contrôle ont été identifiées par Transports Canada comme souffrant à divers degrés de problèmes de visibilité. Bien que 15 d'entre elles ont été ou seront bientôt relocalisées, la visibilité directe est encore restreinte dans bon nombre d'aéroports.

Même si le spécialiste peut voir l'ensemble de l'aire de manoeuvre, il peut être occupé à remplir des fiches de données de vol et des fiches de la circulation au sol, à faire des observations météorologiques ou à traiter les plans de vol. Il n'a donc pas la liberté de surveiller constamment la circulation ni même de demeurer à l'écoute de la fréquence obligatoire. La dotation des stations d'information de vol est telle qu'il est impossible de surveiller continuellement la circulation aux aéroports non contrôlés, particulièrement lorsqu'il n'y a qu'une seule personne en service à la fois. La qualité des services consultatifs est donc compromise puisqu'elle n'est fondée que sur la circulation qui est connue du spécialiste de l'information de vol.

7.4 Installations radiotélécommandées (RCO)

De nombreux spécialistes de l'information de vol doivent également offrir des services aux aéroports éloignés par l'intermédiaire d'installations radiotélécommandées, ce qui réduit davantage le temps dont ils disposent pour offrir un service uniforme à l'aéroport desservi par la FSS. Aucun des renseignements fournis par le spécialiste par l'intermédiaire d'une RCO ne peut être confirmé par des observations visuelles directes. En outre, le niveau de service offert dans l'ensemble du Canada varie grandement d'une RCO à l'autre. Là où une FSS télécommandée est desservie par une RCO, on s'attend essentiellement à ce que la RCO offre le même niveau de service que la FSS, notamment la prestation des services consultatifs d'aéroport, de véhicules et "en route". Dans la région de l'Ontario, l'absence d'observations visuelles directes justifie la prestation par Transports Canada d'un service consultatif "en route" uniquement.

> L'AIP Canada cite ce qui suit à propos des RCO:
>
> "Lorsque les communications sont rendues difficiles ..., il est possible d'utiliser les installations de transmission et de réception à distance. Ces stations "satellites" sont exploitées à partir de la FSS la plus proche. La plupart des services air-sol ordinaires y sont offerts; cependant, les pilotes doivent se rappeler

que le spécialiste se trouve à une certaine distance de ces stations et ne peut voir ce qui se passe. Il ne peut fournir que les renseignements qui lui ont été communiqués par radio ou par téléphone."

Transports Canada prescrit trois niveaux différents de service pour les FSS et les RCO, selon la moyenne du nombre de mouvements de passage par jour. La qualité du service offert par un spécialiste de l'information de vol dépend de sa disponibilité (accaparé par d'autres tâches prioritaires), du fait qu'il peut ou non confirmer visuellement ce qui se passe en matière de circulation d'aéronef et de véhicule, ainsi que de la qualité du matériel de communication utilisé entre une FSS et une RCO. Etant donné que les pilotes sont en grande partie inconscients des différences subtiles entre une FSS, une FSS télécommandée et une RCO, ils auraient avantage à "s'attendre à l'imprévisible" lorsqu'ils évoluent près des aéroports non contrôlés. Ces services consultatifs, de qualité variable et parfois incomplets, devraient inciter les pilotes à ne pas trop s'y fier. Le groupe de travail 2.2.1 de la Revue de l'espace aérien du Canada a recommandé que Transports Canada clarifie et uniformise les responsabilités officielles des spécialistes de l'information de vol et des pilotes aux aérodromes non contrôlés.

Il est à peu près certain que les FSS fournissent un service utile aux aéroports non contrôlés. Toutefois, compte tenu des grandes variations des services auxquels on peut s'attendre des RCO par rapport à ce qu'elles fournissent réellement, un doute considérable s'est installé quant à leur utilité véritable. A tout le moins, les responsabilités des spécialistes de l'information de vol et des pilotes évoluant aux aérodromes desservis par une RCO doivent être clarifiées.

7.5 Fréquence obligatoire (MF)

La qualité du service consultatif sur la circulation dépend totalement du trafic connu. Il serait plus facile d'obtenir et de partager ces renseignements sur la circulation des véhicules et des aéronefs si tous les pilotes et les conducteurs évoluant sur l'aire de manoeuvre disposaient de postes émetteurs récepteurs et étaient tenus de demeurer à l'écoute d'une fréquence désignée surveillée par le spécialiste de l'information de vol.

Transports Canada a réagi favorablement aux recommandations du juge Dubin à propos des fréquences obligatoires par l'élaboration d'une réglementation sur l'utilisation des fréquences obligatoires (ONA série V, n° 34). Ce règlement proposé a été publié dans AIP Canada même s'il n'a pas encore force de loi. L'AIP spécifie que les procédures de communication VFR doivent être suivies par les pilotes d'aéronefs équipés de radio aux aérodromes MF non contrôlés ainsi que par les pilotes aux aérodromes ATF (fréquence de trafic d'aérodrome). En outre, des procédures sont prescrites à l'intention des aéronefs non dotés de postes émetteurs récepteurs, (c'est-à-dire les aéronefs NORDO et RONLY). Les procédures semblent donc refléter une amélioration significative en matière d'exploitation VFR.

L'AIP prescrit également des consignes pour les arrivées IFR aux aéroports non contrôlés qui peuvent également nécessiter l'utilisation de la fréquence obligatoire. Ces consignes exigent, entre autres, que le pilote annonce son heure prévue d'atterrissage cinq minutes avant d'amorcer son approche. Ce renseignement est essentiel aux spécialistes de l'information de vol pour qu'ils puissent offrir un service consultatif efficace. Malgré tout, nombre de pilotes continuent de ne fournir uniquement que leur heure prévue de survol (ETA) des repères d'approche, sans préciser leur heure prévue d'atterrissage.

Il semble que les pilotes qui évoluent à partir de certains hydro-aérodromes à proximité d'aéroports non contrôlés ne respectent pas les consignes en matière de fréquence obligatoire. De ce fait, le service consultatif est compromis à moins que le spécialiste de l'information de vol soit conscient de la présence de tous les aéronefs se trouvant dans la zone locale. Des programmes éducatifs plus nombreux (et peut-être même l'application de mesures) seront nécessaires pour que les exploitants d'hydro-aérodromes respectent mieux les nouvelles dispositions sur les fréquences obligatoires.

Pour que les fréquences obligatoires soient utilisées avec efficacité, tout le personnel évoluant dans une zone MF doit être en mesure de communiquer ses intentions dans la langue de la zone en question. A cet effet, la ou les langues officielles dans lesquelles les services sont offerts sur la fréquence obligatoire doivent être précisées de façon à réduire le nombre de transmissions inutiles et les risques de confusion. L'AIP reproduit l'ONA, série 1, n° 1 dans laquelle se trouve la liste des services disponibles en français. Le Supplément de vol du Canada pourrait peut-être lui aussi indiquer la langue dans laquelle les services sont offerts, à titre de référence pour les pilotes.

7.6 Service consultatif aux véhicules

Depuis l'accident de Cranbrook, les pilotes sont plus vigilants quant à la présence de véhicules sur la piste en service, particulièrement pendant une approche alors que la visibilité est moins que marginale. Dans ce contexte, le juge Dubin a recommandé que les spécialistes de l'information de vol soient autorisés à contrôler les véhicules sur l'aire de manoeuvre. Transports Canada a par la suite mis en oeuvre un service consultatif intégral pour véhicules sur ses aérodromes desservis par une FSS. Il a aussi mis en oeuvre un service consultatif de véhicules à distance pour les aéroports desservis par une RCO, là où il est impossible de confirmer visuellement la présence d'un véhicule sur l'aire de manoeuvre. D'après le trafic connu, c'est au spécialiste de l'information de vol qu'il incombe d'aviser les conducteurs de véhicule de quitter une piste ou de s'en tenir à l'écart. Toutefois, le spécialiste peut ne pas être au courant des déplacements d'un véhicule si le conducteur concerné n'a pas demandé d'autorisation par radio. Il est essentiel que tous les déplacements des véhicules sur une piste ou ailleurs soient consignés par le spécialiste FSS sur des fiches normalisées de données sur les véhicules, que le spécialiste se trouve ou non à l'aérodrome.

Ici encore, la fiabilité avec laquelle un utilisateur peut se servir d'un tel service consultatif est mise en doute. Comme il a été démontré au chapitre 5, de graves anomalies existent en matière de formation et d'habilitation des conducteurs de véhicule, d'utilisation obligatoire d'un poste émetteur-récepteur sur tous les véhicules circulant sur l'aire de manoeuvre, et de la fréquence que doivent écouter tous les conducteurs de véhicule sur l'aire de manoeuvre. Les différences subtiles entre le service consultatif intégral pour véhicules et le service consultatif éloigné pour véhicules sont dans une grande mesure mal comprises. Par conséquent, le pilote doit être prêt à recevoir des FSS des services différents de ceux auquels il s'attend.

Il est entendu que Transports Canada prend des mesures pour s'assurer que les spécialistes de l'information de vol soient autorisés à contrôler véritablement les véhicules aux aéroports non contrôlés dotés d'une FSS avec personnel. Ces dispositions ne seront efficaces que dans la mesure où l'accès à l'aire de manoeuvre sera limité à ceux qui ont le besoin et le droit évident d'y être, où les exigences en matière de formation et d'habilitation des conducteurs de véhicules seront plus strictes (voir chapitre 6) et où les communications bilatérales obligatoires seront mises en application entre le spécialiste de l'information de vol et les

conducteurs de véhicule sur l'aire de manoeuvre. En outre, lorsque la visibilité se détériore, le spécialiste FSS devrait être en mesure de limiter les déplacements des véhicules sur la piste à seulement ceux qui permettent de garder l'aéroport en service. Quant aux aéroports non contrôlés dotés d'une FSS sans personnel (c.-à-d. une RFSS) Transports Canada envisage d'offrir seulement un service consultatif aux véhicules.

7.7 Désignation de la piste en service

Le spécialiste de l'information de vol n'a pas l'autorisation de désigner la piste en service. D'après les vents dominants, ce sont les pilotes qui choisissent la piste en service, et le service consultatif de la FSS n'a qu'à en aviser les autres pilotes. Des accidents ont été signalés à propos de situations conflictuelles entre aéronefs, et entre aéronefs et véhicules lorsque des pilotes ont emprunté une piste d'atterrissage ou de décollage différente de celle utilisée par d'autres. Une telle façon de procéder annule la sécurité que visent les services consultatifs. Le spécialiste de l'information de vol devrait être autorisé à désigner la piste en service d'après le vent, le trafic aérien connu et la circulation des véhicules. Les pilotes à leur tour seraient tenus d'aviser la FSS lorsqu'ils ont l'intention d'utiliser une autre piste.

L'incident suivant fait état d'un conflit type qui risque de survenir lorsqu'il n'y a pas de piste en service spécialement désignée.

> "Un Piper PA-31 Cheyenne, avec passagers à bord, a dû interrompre son décollage sur la piste 32 lorsque le pilote a aperçu un PA-25 Pawnee se poser sur la piste 14 après un vol d'épandage local. La visibilité était bonne et le vent calme. Le PA-25 a dû quitter la piste pour éviter le PA-31 qui s'était arrêté sur la piste.

7.8 Exploitation au sol

Aux aéroports contrôlés, certaines mesures de protection sont prises par le contrôleur sol à l'intention des pilotes et des conducteurs de véhicule qui se déplacent au sol. Aux aéroports non contrôlés par contre, c'est la vigilance des pilotes et des conducteurs de véhicule qui leur permet d'éviter les situations de conflit. Les services consultatifs rendent cette vigilance plus efficace, mais ils ne sont offerts que d'après le trafic

connu. Les pilotes et les conducteurs doivent donc être particulièrement vigilants lorsqu'ils surveillent l'extérieur et ils doivent écouter attentivement leur fréquence puisque des véhicules inconnus peuvent apparaître à tout moment au sol. Les pilotes qui circulent au sol et les conducteurs doivent plus que jamais être prêts à céder le passage pour éviter un accident. Avec une telle attitude, tous ceux qui évoluent sur un aéroport non contrôlé constateront que la courtoisie est contagieuse.

En l'absence d'un contrôleur sol aux aérodromes non contrôlés, il faut pouvoir se fier davantage aux procédures visant à assurer convenablement l'espacement du trafic. Les procédures d'exploitation locales établies conformément aux normes raisonnables doivent donc tenir spécialement compte des points suivants:

a. l'organisation des voies réservées aux aéronefs et aux véhicules de façon à ce que la circulation se fasse dans un seul sens;

b. les conditions et les restrictions à imposer aux véhicules qui se trouvent sur l'aire de manoeuvre;

c. les mesures de sécurité et le contrôle de l'accès à l'aire de mouvement;

d. les procédures de radiotéléphonie;

e. les exigences minimales d'équipement des véhicules, ex.: poste émetteur-récepteur, phares ambre rotatifs, etc.

7.9 Dotation en personnel

Les spécialistes de l'information de vol se voient fréquemment imposer des demandes conflictuelles causées en grande partie par la variété de leurs responsabilités. Bien que les niveaux de service et les priorités du travail soient en principe établies, ni le spécialiste de l'information de vol, ni le pilote est totalement conscient du niveau de service à fournir ou auquel il s'attend. Les opinions varient considérablement sur les services les plus importants à fournir. Le juge Dubin a recommandé que: "les services météorologiques destinés à l'aviation générale reçoivent une plus grande priorité que ce n'est présentement le cas". Suite à cette recommandation, l'Association canadienne des professionnels de l'exploitation radio (ACPER) a soumis une série de recommandations au groupe de travail 4.1 de la Revue de l'espace aérien du Canada pour qu'il lui soit plus facile de fournir les services météorologiques souhaités.

Au cours des années, les responsabilités du spécialiste de l'information de vol se sont accrues de façon désorganisée. Il semble qu'il faille à tout prix énoncer clairement les services essentiels minimums que doivent fournir les stations d'information de vol et les installations radio télécommandées et s'assurer qu'il y a le personnel et les ressources nécessaires pour répondre à de telles exigences. D'ici à ce qu'il y ait une rationalisation des services essentiels et des ressources nécessaires, les disparités (parfois importantes) entre les niveaux de service possibles et ceux auxquels on s'attend, persisteront. Les solutions ponctuelles aux services de vol risquent d'être contre-productives en ce sens qu'elles donnent une fausse impression de sécurité.

7.10 Niveaux d'activités des FSS

Dans la Commission d'enquête sur la sécurité aérienne, le juge Dubin a recommandé que Transports Canada réévalue les critères justifiant l'implantation des stations d'information de vol en considérant les niveaux d'activités et d'autres critères tels que le relief, les conditions météorologiques ou d'autres conditions de vol dangereuses. Cette recommandation a été mise en place, et, en octobre 1986, Transports Canada a révisé ses critères d'implantation et d'interruption des services de contrôle aux aéroports (39). Bien que les niveaux d'activité de bon nombre d'aéroports actuellement desservis par une FSS dépassent ceux des aéroports dotés d'une tour de contrôle, aucun aéroport non contrôlé ne peut respecter les critères établis pour les services de contrôle d'aéroport. Il existe même six aéroports dotés de services de contrôle dont le rapport avantage-coût justifie l'interruption des services de contrôle d'aéroport.

Des critères ont également été élaborés pour la mise en oeuvre et l'interruption des services d'une FSS, de façon à permettre la comparaison entre eux des mouvements des aéronefs aux aéroports contrôlés et non contrôlés. Il a été constaté que l'adoption de tels critères pourraient réduire le nombre de FSS avec personnel de 115 à 80 environ. L'automatisation du programme d'observation météorologique en surface permettrait la fermeture de la plupart des FSS pourvues de personnel pendant les heures calmes et, dans de nombreux aéroports, le passage du service avec personnel au service sans personnel. Plusieurs aéroports actuellement desservis par une FSS dotée de personnel pourraient répondre aux critères des RFSS si les critères de la présente étude étaient appliqués.

Pour la mise en place et l'interruption des tours de contrôle et des FSS, Transports Canada utilise un modèle mathématique basé sur une technologie mise au point aux Etats-Unis. Malheureusement, certains éléments du modèle ne semblent pas avoir été validés pour l'application au Canada, ni soumis à une analyse de sensibilité systématique pour déterminer jusqu'à quel point ces paramètres et coefficients sont critiques pour les résultats du modèle.

La présence des services de contrôle d'aéroport ou des FSS dans les aéroports les plus fréquentés du Canada est un élément clé pour réduire le risque de collision au sol. Il faut noter, que Transports Canada prend en considération, à juste titre, plusieurs facteurs qualitatifs avant d'interrompre les services de contrôle d'aéroport ou les FSS. Quoi qu'il en soit, étant donné le nombre d'aéroports qui peuvent faire l'objet d'une interruption des services du point de vue quantitatif (selon le modèle mathématique) d'autres recherches opérationnelles s'imposent pour valider les critères de mise en place ou d'interruption de Transports Canada au moyen des valeurs et des données canadiennes dictées par la sensibilité du modèle.

7.11 Observations

Les observations suivantes visent à limiter les risques de collision aux aéroports non contrôlés dotés d'une FSS ou d'une RCO.

a. Les conditions d'exploitation aux aéroports non contrôlés pourraient être améliorées grandement si les pilotes et les conducteurs de véhicule étaient encouragés:

   1) à respecter à la lettre les consignes prescrites sur l'utilisation des fréquences obligatoires;

   2) à faire preuve de courtoisie en laissant le droit de passage;

   3) à garder constamment à l'esprit une vue globale des situations changeantes et être prêts à faire face à des situations imprévues.

b. La tâche d'un pilote qui se dirige vers un aéroport non contrôlé ou s'en éloigne serait plus facile si:

   1) l'AIP Canada indiquait les niveaux de service que le pilote peut attendre des FSS, des FSS télécommandées et des RCO,

2) la langue dans laquelle les services sont offerts aux installations susmentionnées était précisée dans le Supplément de vol du Canada;

c. La tâche des conducteurs de véhicule serait plus sécuritaire et facile si:

1) un système strict de permis d'exploitation de véhicules côté piste était mis sur pied de la façon décrite au chapitre 5;

2) tous les véhicules circulant sur les pistes aux aéroports non contrôlés dotés d'une FSS ou d'une RCO étaient équipés de postes émetteurs-récepteurs en état de fonctionnement;

3) les conducteurs des véhicules ainsi équipés gardaient constamment l'écoute sur la fréquence prescrite pour le contrôle de la circulation d'aéroport.

d. Le spécialiste de l'information de vol pourrait exécuter plus facilement son travail si:

1) les conflits entre ses fonctions essentielles et ses autres tâches étaient minimisés et si la dotation en personnel était suffisante pour offrir un service de niveau constant et uniforme pour toutes les FSS et les RCO;

2) Transports Canada s'empressait de mettre plus d'efforts pour corriger les restrictions de visibilité directe aux stations d'information de vol;

3) les pilotes étaient encouragés à fournir leur heure prévue d'atterrissage cinq minutes avant leur heure prévue d'arrivée au repère d'approche;

4) des mesures de formation et d'application étaient prises pour que tous les pilotes, y compris ceux qui proviennent des hydroaérodromes, respectaient à la lettre les consignes prescrites sur l'utilisation des fréquences obligatoires;

5) des mesures étaient prises pour permettre aux spécialistes de l'information de vol de fournir un véritable contrôle intégral des véhicules sur les pistes des aéroports non contrôlés, que les spécialistes se trouvent ou non sur l'aérodrome en question;

6) le spécialiste de l'information de vol était autorisé à désigner les pistes en service;

7) dans la cadre des normes nationales, des procédures d'exploitation particulières aux aéroports non contrôlés étaient exécutoires là où un spécialiste de l'information de vol a juridiction.

e. L'efficacité des consignes sur les fréquences obligatoires prescrites dans AIP Canada pourrait être renforcée si:

1) des mesures étaient prises pour accélérer la législation portant sur l'ONA, série V, n° 34;

2) un programme national et coordonné d'instructions et d'applications était mis sur pied pour s'assurer du respect intégral des consignes prescrites.

f. La manière actuelle dont les services consultatifs aux véhicules sont fournis doit être rationalisée de façon à ce qu'elle soit uniforme et comprise de tous aux aéroports qui offrent un certain niveau de service par l'intermédiaire d'une FSS.

g. Etant donné le volume et la nature mixte de la circulation aérienne en cours dans nombre d'aéroports dotés d'une station d'information de vol et vu l'utilisation étendue des coefficients américains et des anciennes données du modèle de Transports Canada pour déterminer les critères d'établissement ou d'interruption des services de contrôle d'aéroport ou des services d'information de vol, la validation de ces critères semble justifiée.

CHAPITRE 8

FACTEURS HUMAINS

8.1 Généralités

Les chapitres précédents ont traité de façon implicite la permanence des failles dans l'efficacité attendue du personnel. Malgré les meilleures installations et les procédures d'exploitation les plus logiques, pour diverses raisons, l'être humain a tendance à agir de façon imprévisible. Une étude portant sur 166 intrusions sur des pistes aux Etats-Unis (signalées par le biais de l'ASRS de la NASA) (9) a démontré que l'erreur humaine était présente dans 95 % des cas étudiés.

Les pilotes qui circulent au sol la nuit deviennent désorientés sous l'effet de "bleu uniforme" créé par les feux des voies de circulation. Les instructions ATC manquent leur but à cause de la confusion des indicatifs d'appel, de la transposition des numéros et de l'écoute préorientée vers une réponse attendue. La surcharge de travail dans le poste de pilotage et les failles dans la coordination de l'équipage sont des sources de distraction qui empêchent ce dernier de percevoir les renseignements critiques que lui présentent les aides visuelles au sol.

Pendant les périodes de faible activité, les contrôleurs de la circulation aérienne, emportés par l'ennui et la monotonie, deviennent moins vigilants. Pendant les heures d'affluence cependant, ils risquent de ne pas s'apercevoir qu'un pilote commet une erreur en répétant une instruction ATC critique. Le manque de coordination entre contrôleurs peut également entraîner des situations conflictuelles.

Les conducteurs de balayeuses de piste, de souffleuses à neige et d'autres véhicules d'entretien et de service peuvent être affectés par le niveau élevé de bruit ambiant dans leur cabine. L'ennui et la monotonie suscités par les tâches répétitives peuvent atténuer leur jugement et leur vigilance en matière de sécurité et peuvent même les empêcher d'entendre les instructions des contrôleurs ATC.

Les pressions et le stress imposés sur tout le personnel peuvent modifier leur jugement et compromettre la communication de l'information. Les contrôleurs de la circulation aérienne ressentent la pression que leur imposent la forte circulation et le mauvais temps. Les pilotes, eux, sont tous les jours aux prises aux pressions exercées par l'horaire, le mauvais temps et,

parfois, par des situations critiques. Les conducteurs de véhicule, de leur côté, sont obligatoirement tenus de garder les pistes ouvertes pour que les avions puissent s'y poser. Quant aux spécialistes de l'information de vol, leur temps est régulièrement partagé entre nombre de demandes conflictuelles. La fatigue peut avoir des conséquences néfastes sur l'efficacité de n'importe qui. Les pilotes, en particulier, peuvent éprouver de la fatigue, par exemple à cause d'activités intenses dans les 48 à 72 heures précédentes, du passage de plusieurs fuseaux horaires, du stress imposé par les horaires trop serrés, du mauvais temps et des pannes d'aéronefs.

Dans l'ensemble, tous ces effets entrent dans la rubrique "facteurs humains". Avant de modifier le système de transport aérien pour minimiser les risques de collision au sol, il faut bien comprendre ces facteurs humains.

8.2 Accident de Tenerife

La pire catastrophe aérienne au monde a été attribuée à la combinaison d'une multitude,de facteurs contributifs, dont plusieurs sont humains. Etant donné le caractère instructif de l'accident de Tenerife dans le contexte des risques de collision au sol, nous allons l'examiner plus en détail ci-dessous.

> Une alerte à la bombe à l'aéroport Las Palmas de Grande-Canarie a poussé plusieurs aéronefs à se dérouter vers leur aéroport de dégagement, Tenerife. L'aérodrome est devenu tellement encombré que les avions au départ ont dû remonter la piste en service. La visibilité était réduite par le brouillard et une légère averse de pluie. Malgré tout, un B747 de la KLM et un B747 de la PAN AM ont tous les deux été autorisés à circuler en même temps sur la piste en service. Dès la réception de son autorisation ATC, le pilote de la KLM a commencé sa course au décollage sans autorisation de décollage, bien que le B747 de la PAN AM eût signalé à deux reprises qu'il n'avait pas encore dégagé la piste. Les deux appareils se sont heurtés de plein fouet le 27 mars 1977, et 583 personnes ont été tuées.

Quels facteurs humains ont contribué à cette tragédie? Voici certaines considérations soulevées dans le rapport d'accident du recueil d'accidents d'aviation de l'OACI (19):

a. Le commandant de bord de la KLM se trouvait devant le dilemme suivant: sous peine d'entraîner des conséquences fâcheuses pour ses passagers, il risquait d'être obligé de décoller par mauvaise visibilité ou bien d'attendre une amélioration, ce qui lui ferait peut-être dépasser la limite de la durée de service imposée par sa compagnie.

b. Ayant reçu son autorisation de l'ATC et s'attendant également à recevoir l'autorisation de décoller, le pilote de KLM a cru qu'il avait effectivement reçu cette dernière.

c. Bien qu'ils fussent conscients de n'avoir pas encore reçu l'autorisation de décoller et de la présence du B747 de la PAN AM sur la piste en service, le copilote et le mécanicien de bord de la KLM n'ont pas insisté outre mesure lorsque le commandant de bord, également instructeur de pilotage en chef de la KLM, s'est mis à rouler en affirmant catégoriquement que la piste était dégagée.

d. Le contrôleur de la circulation aérienne a mal compris le message du copilote de la KLM "nous sommes maintenant au décollage" et l'a interprété comme si l'appareil attendait pour le décollage. En réalité, l'avion avait déjà amorcé sa course au décollage. La communication de l'information a été mauvaise à cause de l'utilisation d'une phraséologie non réglementaire.

e. Absorbé par le décollage, le commandant de la KLM n'a pas entendu l'instruction de l'ATC (attendez pour décoller ...) embrouillée par la transmission simultanée d'un compte rendu de position de l'avion de la PAN AM ("nous roulons encore sur la piste"). En fait, l'instruction a été perçue dans le poste de pilotage de la KLM comme un bruit aigu.

f. Le contrôleur de la circulation aérienne n'avait pas l'habitude de faire remonter les aéronefs sur la piste en service pour les amener à leur position de décollage. L'encombrement anormal de la piste avait nécessité le recours à cette procédure non réglementaire.

g. L'équipage du B747 de la PAN AM ne savait plus exactement où il se trouvait sur la piste en service et s'il avait dépassé le point de sortie pour lequel il avait été autorisé en raison de la visibilité réduite.

h. L'équipage de la PAN AM n'a pu déterminer avec précision sa position exacte sur la piste puisqu'il s'est fié à une petite carte de l'aérodrome et qu'il n'y avait pas de signalisation appropriée pour les sorties de piste.

8.3 Définition des facteurs humains

Dans le contexte du présent rapport, les facteurs humains sont des variables physiques, physiologiques, psychologiques, psychosociales et pathologiques qui influencent l'efficacité d'une personne dans son milieu. En d'autres termes, les facteurs humains sont tout ce qui peut affecter le comportement de la personne. Etant donné que peu de facteurs physiques (l'anthropométrie par exemple) entrent en jeu dans les risques de collision au sol, seules les quatre variables suivantes sont examinées en détail.

8.4 Facteurs physiologiques

8.4.1 Vision

Malgré les progrès techniques en cours et les consignes d'exploitation bien étudiées, une vision perçante demeure incontestablement le meilleur outil pour assurer l'espacement entre aéronefs et entre aéronefs et véhicules. En situation conflictuelle, si la visibilité est bonne, des mesures d'évitement peuvent être prises uniquement en fonction d'indices visuels. Il est donc important de bien comprendre tous les facteurs qui réduisent ou accentuent l'acuité visuelle des pilotes, du personnel ATS et des conducteurs de véhicule. Un bon nombre de telles considérations ont déjà été soulevées dans le présent rapport.

a. La conception des aides visuelles doit être déterminée scientifiquement de façon à ce que les renseignements qui s'y trouvent puissent être vus d'un poste de pilotage ou d'une cabine de véhicule suffisamment à temps pour susciter une réaction. La couleur, la forme, la présentation de l'information et l'intensité de l'éclairage par rapport à l'éclairage ambiant, sont toutes des paramètres à considérer. Lorsque la visibilité est mauvaise, les pilotes doivent pouvoir lire l'information qui se trouve sur les aides visuelles suffisamment à temps pour réagir. En outre, les pilotes devraient pouvoir évaluer leur vitesse de roulement d'après les repères visuels disposés le long de leur parcours. La nécessité de tenir compte de l'élément humain dans la conception des aides visuelles au sol a été traitée brièvement au chapitre 3 "Perspectives du pilote".

b. La "mise en évidence" suit de près la conception des aides visuelles. Dans certaines conditions ambiantes, la mise en évidence peut être améliorée par des couleurs appropriées. Bien qu'aucune couleur ne semble convenir à tous les types d'exploitation au sol, plusieurs sont pires que d'autres. Par exemple, un aéronef blanc se détache difficilement sur un arrière-plan brumeux ou enneigé, les panneaux de signalisation verts contrastent mal avec l'herbe tandis que les camions bruns sont difficiles à voir sur le gazon, au printemps et à l'automne. Par ailleurs, des feux rotatifs ou clignotants de la bonne couleur peuvent mieux mettre en évidence les véhicules et les aéronefs lorsque la visibilité est mauvaise. Les avions dont les feux anti-collision et les phares d'atterrissage sont allumés pendant l'approche finale sont beaucoup plus faciles à voir de la tour ou d'autres aéronefs ou véhicules au sol que les avions dont les feux et les phares sont éteints. Les véhicules sur l'aire de manoeuvre sont eux aussi plus visibles lorsque leur phare rotatif et leurs phares avant sont allumés, même de jour.

c. L'apprentissage et l'utilisation consciente de bonnes techniques de surveillance extérieure peut aider les pilotes et les contrôleurs de la circulation aérienne à déceler la présence d'aéronefs et de véhicules sur la piste en service ou à sa proximité. Pour bien surveiller l'extérieur, il faut le balayer régulièrement du regard (et de la tête) en marquant des pauses successives (8). Le balayage ne devrait pas dépasser 10 degrés entre chaque pause dont la durée devrait être d'au moins une seconde. S'il y a le moindre mouvement apparent, ce dernier est pratiquement toujours perçu en premier lieu par la vision périphérique. La nuit surtout, la surveillance extérieure repose presque totalement sur la vision périphérique. Le jour, l'absence de luminosité et de contraste, et la nuit, la confusion créée par les feux au sol font qu'il est plus difficile de voir les aéronefs. En outre, puisqu'une bonne surveillance extérieure nécessite également que l'attention soit portée sur d'autres tâches essentielles, elle est facilement affectée par la fatigue, l'ennui, la maladie, l'anxiété et par d'autres préoccupations.

d. L'efficacité de la surveillance extérieure peut être compromise par le rétrécissement tubulaire de la vision qui se produit lorsqu'une personne se sent menacée ou se concentre tellement sur un problème qu'elle en vient à oublier totalement ses autres tâches ou ce qui se passe autour d'elle. Pendant l'arrondi et l'atterrissage, les pilotes ont tendance

à fixer le regard (une forme de rétrécissement tubulaire) et ont donc souvent de la difficulté à identifier les sorties de piste dans l'obscurité ou lorsque la visibilité est réduite. Les contrôleurs de la circulation aérienne, de leur côté, peuvent être complètement absorbés par une situation (guider un aéronef en détresse par exemple) qu'ils ne remarquent pas un aéronef ou un véhicule qu'ils ont dûment autorisé à s'engager sur la piste en service. Dans un même ordre d'idées, les conducteurs de véhicule sur la piste en service (les conducteurs de souffleuse à neige par exemple) peuvent être tellement concentrés sur leur tâche principale qu'ils ne remarquent même pas un avion qui se pose ou qui s'engage sur la même piste, même si l'avion en question peut être extrêmement mis en évidence.

e. Les illusions d'optique peuvent avoir une incidence néfaste sur le jugement des pilotes. Sur un arrière-plan indéfini, il est difficile d'évaluer la distance ou la vitesse relative en observant un point lumineux isolé, tel que les phares d'atterrissage d'un aéronef ou les phares d'un véhicule. Lorsqu'il y a de la poudrerie, la navigation au sol devient difficile parce que la poudrerie donne l'impression d'un déplacement relatif.

8.4.2 L'ouïe

Comme la plupart des instructions ATC sont transmises oralement, toute anomalie de l'ouïe qui pourrait affecter le pilote ou le conducteur d'un véhicule a une incidence néfaste sur la communication et augmente les risques de confondre ou de ne pas entendre une directive. Comme il a été mentionné dans les chapitres précédents, le bruit ambiant dans le poste de pilotage, la cabine d'un véhicule ou dans la tour de contrôle peut affecter négativement l'ouïe du personnel clé. Même si le bruit n'est pas suffisamment fort pour bloquer la communication, les bruits étrangers à la tâche en cours peuvent être une source de distraction et interrompre le processus critique de la pensée.

Une étude (20) a démontré que l'intelligibilité ou la compréhension de la parole dans un milieu bruyant est fortement influencée par la probabilité d'entendre un son, un mot ou une phrase donnée. Plus un message est long, plus la communication risque d'être détériorée par le bruit. Il a en outre été démontré que la voix humaine est davantage masquée dans une ambiance où les bruits sont aléatoires, à large bande (entre 100 et 5 000 Hz, sans pondération) de 115 décibels environ. De tels bruits peuvent être créés dans certains postes de

pilotage et dans certaines cabines de véhicule. Une exposition prolongée à ces bruits peut entraîner la perte permanente de l'ouïe dans certaines plages de fréquence.

Les chercheurs ont également remarqué qu'au fur et à mesure que le bruit augmente, la stimulation ainsi créée améliore l'efficacité fonctionnelle jusqu'à un certain point au-delà duquel l'excès de stimulation provoque l'effet contraire. En outre, le bruit cause des trous de perception, l'affaiblissement de la vigilance ou la surabondance d'informations qui peuvent atténuer l'efficacité fonctionnelle. Si le bruit normal produit par l'exécution d'une tâche est masqué par un autre, l'efficacité fonctionnelle risque alors de diminuer. Selon le Dr Winther de l'Université du Manitoba, "Dans un poste de pilotage bruyant, il serait plus difficile à un pilote d'entendre les instructions qu'il reçoit du service de la circulation aérienne, de les interpréter et de prendre les mesures appropriées". On peut aussi avancer qu'en plus de masquer les communications verbales, le bruit peut aussi masquer les repères auditifs liés à la tâche en cours. Le bruit peut entraîner d'autres troubles non auditifs tels que la fatigue.

8.4.3 Le temps de réaction

Outre le temps qu'il faut pour qu'un aéronef ou un véhicule réagisse aux pressions exercées sur les commandes, il faut compter également un certain temps pour que le pilote ou le conducteur réagisse physiquement à un signe visuel ou auditif. La mauvaise visibilité ou les délais encourus dans la communication de l'information en provenance des contrôleurs ATC risquent d'empêcher les pilotes et les conducteurs de réagir à temps pour éviter une situation de conflit. Le temps de réponse d'une personne peut être influencé par son état physiologique, sa forme physique, la fatigue, la faim ou la maladie.

8.4.4 La fatigue

L'efficacité et le jugement d'un pilote peuvent être gravement compromis sous l'effet d'une fatigue chronique ou aiguë. (Les recommandations 86-11 à 86-16 du BCSA traitent de la fatigue aiguë, des limites maximales de service des équipages et des périodes minimales de repos.) Ce genre de fatigue peut résulter de l'effet cumulatif de longues journées de travail s'étalant sur plusieurs jours, ou après avoir traversé plusieurs fuseaux horaires par exemple. Elle peut également être la conséquence d'activités très intenses entreprises pendant une période relativement courte. Les pilotes sont particulièrement susceptibles aux effets néfastes de

la fatigue après avoir réussi une approche et un atterrissage à la fin d'un vol particulièrement difficile qui a pu exiger d'eux une attention soutenue. Dans un tel état physiologique, la navigation au sol présente souvent des difficultés. Sous l'effet de la fatigue, le nombre de tâches à remplir peut sembler excessif, sans doute à cause de la surabondance d'informations. Les conducteurs de véhicule et les contrôleurs ATC risquent également de souffrir des effets de la saturation des tâches lorsqu'ils sont fatigués. Dans le cas du pilote d'un vol transcontinental ou transocéanique, les effets néfastes du dérangement du rythme circadien peuvent se manifester sous forme de confusion et de désorientation pendant la circulation au sol au début d'un vol, même après la période minimale de repos.

8.5 Facteurs psychologiques

8.5.1 Communication de l'information

Comme nous l'avons déjà vu, l'évitement des collisions dépend en grande partie d'une bonne communication de l'information entre le personnel clé. La communication de l'information peut avoir lieu entre contrôleurs dans la tour de contrôle, entre contrôleurs et pilotes, entre contrôleurs et conducteurs de véhicule, entre spécialistes de l'information de vol, entre pilotes et conducteurs de véhicule, entre pilotes aux aérodromes non contrôlés, et même entre pilotes d'un même équipage de conduite. De nombreuses variables psychologiques peuvent détériorer la bonne communication de l'information. Pendant le décollage ou l'atterrissage par exemple, les pilotes peuvent être tellement absorbés par leurs tâches immédiates qu'ils bloquent mentalement la moindre communication orale. Ils peuvent n'entendre que ce à quoi ils s'attendent d'une autorisation tandis que le contrôleur peut n'entendre que ce qu'il s'attend à entendre lorsque le pilote lui répète son autorisation. L'utilisation du mauvais indicatif d'appel (sans doute à cause de la transposition des caractères alphanumériques) peut faire en sorte qu'un pilote réagisse aux instructions adressées à quelqu'un d'autre. Pendant les heures d'affluence, l'encombrement de la fréquence au sol, qui se produit lorsque les contrôleurs doivent littéralement parler sans arrêt, peut faire en sorte que leurs instructions ne sont pas entendues, étant donné qu'il n'y a pas de pauses évidentes entre les instructions données à un aéronef et celles données à un autre. La communication de l'information est un sujet tellement critique que nous y avons consacré un chapitre distinct.

8.5.2 La vigilance

La vigilance est la pierre angulaire de l'évitement des collisions. Le personnel des services de la circulation aérienne, les pilotes et les conducteurs de véhicule doivent plus que jamais anticiper les situations de conflit. Lorsqu'une telle situation tarde à être perçue, les mesures d'évitement appropriées risquent d'échouer. Trop souvent hélas, le personnel manque de vigilance.

Malgré les meilleures intentions, une baisse de vigilance est courante chez les personnes qui accomplissent une tâche de surveillance depuis un certain temps. Une étude (47) a démontré une baisse caractéristique de vigilance dans les premières 20 à 35 minutes qui suivent le début d'une tâche de surveillance. Une équipe de la FAA, dirigée par le psychologue Richard Thackray (7), a remarqué que les effets les plus typiques d'une stimulation répétitive ou uniforme sont la diminution de la stimulation physiologique, l'accentuation de la monotonie et de l'ennui et la baisse de vigilance. En ce qui concerne le contrôle de la circulation aérienne, le psychologue Thackray a remarqué que l'exécution de tâches de surveillance monotone conduit invariablement à une baisse de vigilance. En outre, si d'autres conditions limitant la stimulation (l'automatisation par exemple) s'ajoutent à la nécessité de faire constamment preuve de grande vigilance, le personnel concerné se trouve alors devant une situation stressante. Une stimulation sensorielle monotone, telle qu'elle est rencontrée dans la cabine d'une souffleuse à neige, atténue en outre les fonctions perceptives et cognitives du cortex cérébral et détériore l'efficacité de la personne en question.

Des recherches ont démontré que certains exercices physiques ou certaines stimulations sensorielles peuvent aider une personne à demeurer plus vigilante. Dans le cas d'un contrôleur de la tour, le fait de demeurer debout peut être suffisant pour l'aider à demeurer vigilant, et dans le cas du conducteur d'un véhicule, une musique de fond peut en faire autant (pourvu que le volume ne soit pas trop fort pour masquer les instructions du contrôleur).

La vigilance d'une personne dépend de son rythme circadien dont le niveau monte tôt dans la matinée jusqu'à un sommet pendant la journée pour ensuite descendre de nouveau. Hélas, pendant que leur rythme circadien est au niveau bas, les pilotes doivent piloter, le personnel ATS doit offrir ses services et les conducteurs de véhicule doivent souvent remplir leurs tâches critiques, lorsque leur aptitude à la vigilance est à son point le plus bas. En raison des effets du

rythme circadien sur la vigilance, il peut être particulièrement difficile aux travailleurs de quart de faire preuve de toute la vigilance soutenue nécessaire.

Les psychologues Harry Jerison de l'Université de la Californie, à Los Angeles, et Ronald Pickett de l'Université de Lowell, dans le Massachusetts, ont démontré qu'en général plus le nombre de signaux non critiques qu'un observateur doit examiner dans une période de temps donnée est importante, moins cet observateur est susceptible de se rendre compte des signaux critiques. Etant donné qu'en général les situations de la circulation aérienne se déroulent conformément aux consignes acceptées, la fréquence des signaux critiques est heureusement faible. Par contre, le conducteur de véhicule qui vérifie si la trajectoire d'approche d'une piste est dégagée risque de ne pas déceler la présence d'un aéronef en finale si cette trajectoire d'approche est en général dégagée.

Si les tâches deviennent plus complexes, et présentent par conséquent de plus grandes sources de défis, la vigilance peut toutefois s'en trouver améliorée ou réduite. Tout comme la stimulation, un excès de complexité peut engendrer la distraction. Pour une tâche donnée, il existe un niveau optimal de complexité et de stimulation qui favorise une vigilance soutenue. Un niveau plus élevé ou plus bas de complexité ou de stimulation entraîne une diminution de la vigilance. Ainsi, un pilote ou un contrôleur qui se trouve dans une situation où la charge de travail est extrêmement variable peut être sujet à l'oubli. Le contrôleur occupé peut oublier l'aéronef ou le véhicule qu'il vient d'autoriser à s'engager sur la piste et accorder en même temps l'autorisation d'atterrissage à un avion aux prises avec une urgence en vol. Un pilote en solo en train de régler ses aides à la navigation et ses radios pour le décollage peut dépasser par inadvertance le point d'attente sur la voie de circulation.

Le niveau de vigilance d'une personne peut être fonction de sa motivation et peut être amélioré par une critique positive. Le fait d'être mis au courant que son manque de vigilance a entraîné une erreur n'incite pas une personne à faire preuve de vigilance soutenue. Ce type de vigilance se développe plutôt par des critiques positives et constructives. De telles découvertes en laboratoire représentent un défi que doit relever l'administration aéroportuaire qui tente de les appliquer dans la tour de contrôle, les postes de pilotage et les cabines de véhicules.

Certains aspects de la vision tubulaire et de l'affaiblissement de la vigilance dont nous venons de traiter peuvent également être liés à la variable psychologique "vigilance" que l'exemple suivant illustre bien.

> A 7 heures, alors que la visibilité est mauvaise (réduite à 1/8 mille par le brouillard), un L1011 reçoit l'instruction du contrôle sol de rouler et "d'attendre à l'écart de la piste 33" puis de contacter la tour en arrivant au point d'attente. Le pilote accuse réception de l'instruction. Aucune autre transmission n'est entendue du L1011 jusqu'à ce que le pilote appelle la tour pour lui indiquer qu'il est sur la piste en service, prêt à décoller. (Il vient de s'engager sur la piste en service sans autorisation.) Au même moment que le L1011 transmet ce message à la tour, un Lear 25, autorisé à décoller, se trouve à mi-chemin sur la même piste en train de décoller, mais en direction du L1011. Le Lear Jet réussit à décoller sans peine et à survoler le L1011 qui se trouve en attente à l'autre extrémité de la piste.

Le pilote du L1011 était-il si préoccupé par ses vérifications pré-décollage qu'il avait oublié l'instruction d'attendre à l'écart de la piste, à laquelle il avait accusé réception?

8.5.3 La prise de conscience

M. Richard J. Tarrel (33) a identifié la prise de conscience comme un élément qui, s'il fait défaut, peut mener à des intrusions sur les pistes. Non seulement le pilote et le conducteur doivent faire preuve de vigilance sur les aires de manoeuvre, mais aussi être conscients de la situation. En effet, ils doivent bien connaître le milieu dans lequel ils évoluent. Les moyens dont ils disposent pour percevoir leur milieu changeant sont nombreux et peuvent varier avec le temps. L'absence de signes distinctifs, caractéristique des périodes d'obscurité, peut empêcher le pilote et le conducteur de prendre conscience de ce qui se passe dans leur milieu. Lorsque cette absence de signes est combinée à d'autres facteurs tels que l'excès de confiance en soi ou la fatigue, des erreurs de jugement ou une diminution de l'efficacité risquent de survenir. A propos de la technique de surveillance extérieure qu'utilisent les contrôleurs de la circulation aérienne, M. Tarrel a dit: "... ce n'est pas seulement une question de déplacer la tête et les yeux pour déterminer la position d'un

aéronef, mais aussi de savoir à quel moment regarder, être conscient du besoin de regarder à un moment donné et de ne rien présumer, même si les renseignements fournis par d'autres moyens laissent croire qu'un aéronef se trouve uniquement dans un secteur donné."

8.5.4 Les habitudes

La plupart des tâches liées à l'exploitation au sol peuvent être subdivisées en tâches routinières normalisées. Des consignes d'exploitation réglementaires et des mesures de sécurité sont donc prescrites pour que les pilotes, les contrôleurs et les conducteurs de véhicule apprennent à les respecter pratiquement d'instinct. L'évitement des collisions dépend souvent du respect automatique des mesures de sécurité apprises. Le pilote qui a l'habitude de vérifier visuellement la trajectoire d'approche finale avant de s'engager sur une piste en service risque moins d'y entrer par inadvertance et de créer ainsi une situation de conflit. Pour éviter les risques de collisions, les contrôleurs et les conducteurs de véhicule ont également intérêt à acquérir de telles habitudes.

Lorsqu'il faut recourir à des consignes non réglementaires, le risque de provoquer une situation de conflit augmente. Lorsqu'un contrôleur de la tour ne peut balayer du regard la trajectoire d'approche finale avant d'autoriser un avion à s'engager sur la piste en service, il lui est plus difficile de confirmer l'absence de dangers. La consigne non réglementaire de faire remonter deux Boeings 747 sur la piste en service à Tenerife constitue l'un des facteurs contributifs de l'accident. De même, si un aéronef exécute une approche non réglementaire (même s'il s'agit d'une approche directe), le contrôleur risque d'avoir de la difficulté à évaluer avec précision l'espacement à adopter par rapport à un avion au départ.

Quantité de faits aéronautiques ont été attribués en partie à l'interruption de l'exécution des consignes en cours. Une distraction qui se présente à un moment critique peut modifier une habitude normalement sécuritaire en la remplaçant par un comportement qui peut créer une situation dangereuse.

Etant donné l'importance que jouent les habitudes en termes de sécurité, il est essentiel d'utiliser la phraséologie réglementaire en radiotéléphonie. Lorsqu'une phraséologie non réglementaire est utilisée, les interlocuteurs ont tendance à n'entendre que ce à quoi ils s'attendraient si la phraséologie réglementaire était utilisée. Ainsi, un pilote qui se tient à l'écart

de la piste en service en vue d'une autorisation de décollage peut interpréter toute autre information qu'il reçoit comme étant l'ordre de décoller. A Tenerife, le commandant de bord de la KLM a pris l'autorisation ATC de se rendre au point de décollage pour l'autorisation de décoller.

8.5.5 La mémoire

L'efficacité de la mémoire est liée aux variables psychologiques "vigilance" et "habitudes". Le sujet des aides-mnémoniques à l'intention des contrôleurs de la circulation aérienne a déjà été traité au chapitre 4. Après avoir reçu un peu d'information, une personne peut l'emmagasiner dans sa mémoire à court terme ou dans sa mémoire à long terme. Hélas, la durée de la mémoire à court terme de l'humain est par nécessité très brève. En effet, l'information qui y réside peut être oubliée en moins de 15 secondes. La durée de mémoire à court terme est fonction de la fatigue, du stress et du niveau de vigilance. Le contrôleur, le pilote ou le conducteur qui subit un trou de mémoire à court terme peut poser des gestes imprévus et créer ainsi une situation de conflit.

8.6 Variables psychosociales

8.6.1 Pressions perçues

Une panoplie de facteurs extrinsèques peuvent exercer des pressions psychosociales sur les pilotes, les conducteurs de véhicule et les contrôleurs, comme il en a déjà été question. Les pressions exercées par une compagnie aérienne sur ses pilotes peuvent porter ces derniers à accepter de se placer dans des situations dangereuses, telles que d'emprunter une piste non dans le vent pour économiser du carburant ou de tenter d'exécuter un décollage lorsque la visibilité est marginale afin d'atteindre la destination avant la fin de la période de service. Les contrôleurs, pour leur part, ressentent la pression psychosociale d'organiser l'écoulement des gros porteurs pendant les heures d'affluence. Par exemple, même si un avion à l'atterrissage n'a pas encore dégagé la piste en service, le contrôleur peut autoriser un deuxième avion à se poser (avec précaution) plutôt que d'ordonner une remise des gaz qui est dispendieuse, pour éviter d'avoir à intégrer à nouveau l'avion dans une circulation déjà dense. Il en est de même pour les conducteurs de véhicule qui se sentent pressés de terminer un travail de soutien critique sans se rendre compte qu'ils dépassent ainsi leur limite de sécurité.

En plus de ressentir des pressions exercées de l'extérieur, une personne peut s'en créer elle-même. Certains "machistes" croient qu'ils peuvent surmonter sans difficulté n'importe quelle situation. Ces personnes peuvent hésiter à contacter la tour pour demander qu'une autorisation mal comprise soit clarifiée ou pour demander des renseignements sur l'aménagement d'une voie de circulation particulière. Les contrôleurs surchargés de travail peuvent hésiter à demander de l'aide pendant les périodes d'affluence. Ces gens peuvent être particulièrement sensibles aux pressions exercées par leur surveillant ou par leurs collègues à un point tel qu'ils deviennent exagérément exigeants envers eux-mêmes. La personne qui manifeste de l'orgueil en remplissant une tâche difficile peut ainsi s'imposer des pressions additionnelles.

Dans le poste de pilotage, le jumelage des membres d'équipage peut entraîner des pressions psychosociales. En effet, le pilote non aux commandes peut hésiter à mettre en doute les actions du pilote aux commandes. Cette hésitation se manifeste particulièrement chez le pilote subalterne non aux commandes qui vole en compagnie d'un pilote aux commandes très expérimenté, comme cela s'est présenté sur le B747 de la KLM à Tenerife. Les antécédents culturels peuvent également influencer les relations entre copilotes et pilotes. En effet, les pilotes issus d'une culture dans laquelle le "respect de l'autorité" est une valeur puissante peuvent hésiter à mettre en doute les actions du commandant de bord.

Un peu à cause d'une prise de conscience de ces facteurs psychosociaux, les compagnies aériennes accordent maintenant une grande importance sur la formation des équipages de conduite pour assurer une meilleure gestion des ressources dans le poste de pilotage. Les membres d'équipage apprennent par exemple à répartir entre eux la charge de travail dans le poste de pilotage en fonction des relations interpersonnelles, à déléguer franchement les tâches secondaires, à encourager la critique constructive dans une ambiance ouverte et honnête, et à s'affirmer sans dominer.

8.6.2 Motivation

Bon nombre des variables psychosociales précédentes influent sur la motivation personnelle et, par conséquent, sur la façon d'aborder de façon sécuritaire l'exploitation au sol. L'intensité avec laquelle le personnel clé perçoit ses tâches en fonction du prestige et du pouvoir, du respect des collègues, de la sécurité et même de la survie, influe sur sa motivation. Chez un pilote qui a tendance à déroger aux règlements et aux consignes prescrites par exemple, la peur des sanctions

est plus importante que la crainte d'un écart de discipline en vol. Grâce à un programme de sensibilisation et de formation périodique, le personnel concerné par l'exploitation sur les aires de manoeuvre pourra être fortement motivé à toujours garder à l'esprit la sécurité.

8.6.3 Etat d'esprit

Plusieurs autres facteurs externes peuvent avoir une incidence néfaste sur l'état d'esprit. En effet, des facteurs comme les difficultés familiales, sociales ou financières, et les préoccupations à propos du milieu de travail, entre autres, peuvent atténuer le jugement et l'efficacité. De telles variables psychosociales peuvent influer sur la vigilance, modifier les habitudes, entraîner la fatigue et la diminution du temps de réponse, et ainsi compromettre l'habileté à régler les situations de conflit.

8.7 Variables pathologiques

Bien que les variables pathologiques fassent partie des facteurs humains, peu d'entre elles ont une incidence directe sur les risques de collision. Par exemple, comme les pilotes sont soumis à des examens médicaux rigoureux, les incapacités physiques sont rarement la cause d'un fait aéronautique, encore moins d'un risque de collision au sol. Cependant, l'abus de médicaments et d'alcool peut détériorer l'efficacité du personnel lié à l'exploitation au sol. Les effets persistants des médicaments en vente libre ou de l'alcool peuvent influencer négativement le jugement, le temps de réponse, la vigilance et l'état d'esprit des pilotes, des conducteurs de véhicule et du personnel des services de la circulation aérienne. Les médicaments en vente libre et les médicaments d'ordonnance peuvent également avoir des effets similaires sur l'efficacité. Les surveillants doivent donc plus que jamais être formés pour être en mesure de déceler les effets néfastes de tels facteurs pathologiques.

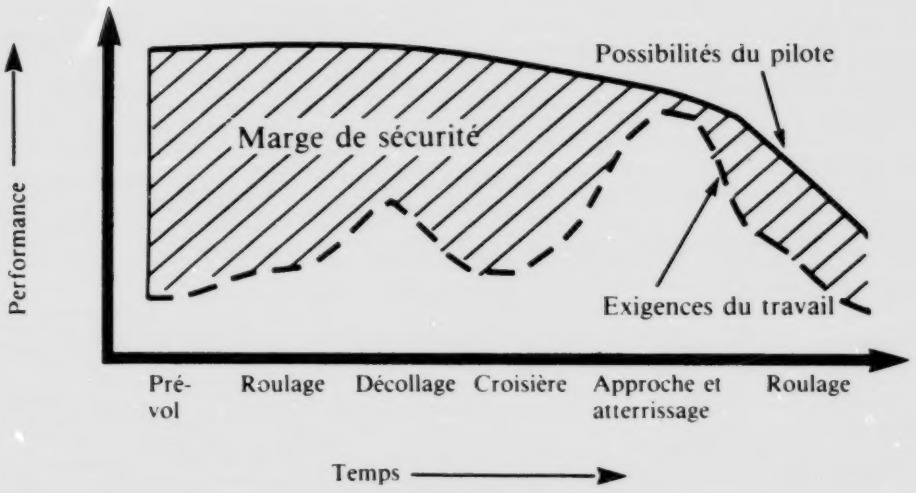
8.8 Stress

Le stress peut être défini comme étant la réaction du corps aux demandes imposées par les variables physiologiques, psychologiques, psychosociales ou pathologiques mentionnées précédemment et qu'on peut appeler "agents stressants". Un stimulus interne ou externe perçu comme une menace à l'équilibre du corps incite ce dernier à mobiliser ses ressources pour y faire face. Comme réactions possibles, la décharge d'hormones dans le sang prépare le corps à "lutter ou à fuir". Les

effets du stress provoqués par ces variables sont cumulatifs et deviennent intolérables, à moins qu'ils soient convenablement neutralisés. Lorsque le niveau de stress atteint un point critique, de mauvaises décisions peuvent être prises à cause d'un mauvais jugement.

L'efficacité d'une personne varie en fonction de son niveau personnel de stress. Elle diminue si ce niveau est trop faible ou trop élevé. En partie à cause de l'effet cumulatif du stress, l'efficacité du pilote diminue pendant un vol. La marge de sécurité est la différence entre les possibilités du pilote et l'efficacité nécessaire à l'exécution d'une tâche donnée. La figure qui suit représente une situation idéale.

EXIGENCES DU TRAVAIL VS LES POSSIBILITÉS DU PILOTE



D'après la figure précédente, lorsque la charge de travail maximale exigée en approche et à l'atterrissage se termine, l'efficacité du pilote diminue. Par conséquent, il est particulièrement susceptible de prendre de mauvaises décisions en circulant au sol après un long vol, surtout si sa charge de travail a été anormalement élevée pendant l'approche et l'atterrissage. Après une période de travail particulièrement stressante, on peut s'attendre à ce que l'efficacité des contrôleurs et des conducteurs de véhicule baisse.

8.9 Jugement du pilote

Certaines autorités imputent en partie ou en totalité aux défaillances du jugement des pilotes tout près de 90 % des accidents de l'aviation générale. Les pilotes aux commandes d'aéronefs semblables, dans des conditions de vol analogues et possédant des traits physiologiques, psychologiques, psychosociaux et pathologiques similaires prennent des décisions différentes. La variable insaisissable du processus de décision d'un pilote est fréquemment appelée "jugement". Un projet conjoint est entrepris par la FAA, Transports Canada et la General Aviation Manufacturer Association en vue d'évaluer le processus de décision des pilotes. Dans le manuel de formation des élèves pilotes, le processus de décision est défini comme suit:

> "... processus par lequel le pilote reconnaît et analyse tous les renseignements à son propre sujet, à propos de son aéronef et du milieu de vol, suivi de l'évaluation rationnelle des possibilités d'appliquer une décision opportune pour maximiser la sécurité. Le processus de décision des pilotes repose donc sur l'attitude du pilote devant la prise de risques, et sur son aptitude à évaluer les risques et à prendre des décisions en fonction de ses connaissances, de sa compétence et de son expérience. Une décision basée sur le jugement comporte toujours un choix difficile à faire, un élément inconnu, d'habitude un délai, et du stress."

La façon dont un pilote assume ses responsabilités à titre de pilote commandant de bord dépend en grande partie de son attitude envers la sécurité, envers lui-même et envers le pilotage. Cette attitude, il l'acquiert au cours de ses années de formation, et d'après les attentes de ses collègues et des pressions sociales. Puisque une attitude est apprise et non innée, elle peut être modifiée par la formation. En rendant le pilote plus conscient de son attitude devant les risques par l'intermédiaire de programmes interactifs tels que le Programme de prise de décision des pilotes, il est alors plus en mesure de constater ses faiblesses et de les reconnaître après avoir pris une mauvaise décision. Le Manuel de pilotage des élèves-pilotes décrit cinq dispositions (variables psychologiques) qui influent sur la façon dont un pilote donné envisage une situation dangereuse. Nous avons tous ces dispositions indésirables jusqu'à un certain point. Un état d'esprit non porté vers la sécurité se forme lorsqu'une ou

plusieurs de ces dispositions dominent. Ces cinq dispositions mentales ou "pensées dangereuses" sont résumées ci-après.

a. Rejet de l'autorité. "Ne me dites pas quoi faire!" Un pilote qui circule au sol peut se sentir offensé lorsque le contrôleur sol l'avise d'une situation de conflit sur les voies de circulation quand la visibilité est bonne, et peut même forcer indûment son droit de passage "théorique".

b. Impulsivité. "Vas-y, dépêche-toi!" Sur un aéroport non contrôlé, un pilote qui attend derrière un autre avion pour traverser la piste en service peut suivre impulsivement ce dernier lorsqu'il traverse, même si un avion se présente en courte finale.

c. Invulnérabilité. "Ça n'arrive qu'aux autres!" Un pilote qui a décollé des centaines de fois d'une intersection donnée peut être porté à croire que les accidents qui surviennent durant de telles manoeuvres n'arrivent qu'aux autres.

d. Machisme. "Je peux le faire!" Le pilote machiste peut tenter de rouler jusqu'à la piste en service dans un brouillard épais, même s'il ne connaît pas l'aérodrome.

e. Résignation. "À quoi ça sert?" Un pilote peut être autorisé à attendre en position de décollage, et rester deux ou trois minutes sur la piste en service sans même demander à l'ATC la cause du retard, sous prétexte qu'il estime que l'ATC sait ce qu'il fait.

Dans un cours de formation, les pilotes peuvent apprendre à reconnaître ces dispositions indésirables et à les contrer mentalement de manière à pouvoir affronter avec plus de sécurité les situations dangereuses qui risquent de se présenter. Transports Canada a donc décidé d'obliger tous les pilotes canadiens à l'entraînement, à compter du 1er juillet 1987, à suivre ce programme d'entraînement à la prise de décision. Ce dernier pourrait également être adapté aux contrôleurs et aux conducteurs de véhicule.

8.10 Observations

Jusqu'à présent, les mesures prises à la suite de faits aéronautiques ont porté principalement sur la modification des systèmes, des procédures et des règlements. Bien qu'importantes, de telles mesures correctives tiennent rarement compte des facteurs humains à l'origine des faits aéronautiques. Ce n'est que tout

récemment que le besoin de considérer davantage l'efficacité normale de l'être humain a été reconnue. Dans une certaine mesure, des modifications du comportement peuvent fournir les mesures préventives nécessaires. Mais, dans de nombreux autres cas, le système dans lequel le personnel évolue devra être modifié pour qu'il soit moins susceptible de provoquer des erreurs humaines. En d'autres termes, il sera impossible de redéfinir convenablement le système en tenant compte des limites humaines sans comprendre au préalable les raisons qui poussent les personnes à agir de façon inattendue.

Les observations suivantes sur les facteurs humains visent à atténuer les risques de collisions causés par les variations du comportement humain.

a. La présentation de l'information aux pilotes et aux conducteurs de véhicule au moyen d'aides visuelles doit être scientifique, systématique et normalisée.

b. Les recherches doivent se poursuivre sur les moyens lumineux qui permettent le mieux de mettre en évidence les aéronefs et les véhicules.

c. Les pilotes, les contrôleurs de la circulation aérienne et les conducteurs de véhicule peuvent et doivent:

   1) apprendre les bonnes techniques de surveillance extérieure;

   2) prendre conscience des effets sur leur efficacité qu'ont la vision tubulaire, les interruptions de procédures, les illusions optiques, la fatigue, les médicaments, l'alcool et le stress;

   3) apprendre à reconnaître et à respecter leurs propres limites.

d. Des mesures pratiques pour réduire l'effet néfaste du bruit sur l'efficacité du personnel dans les postes de pilotage, les cabines de véhicule et les tours de contrôle sont nécessaires.

e. Des mesures officielles doivent être prises pour limiter les effets néfastes de la fatigue chronique et aiguë tels que ceux mentionnés dans les recommandations 86-11 à 86-16 du BCSA. Des mesures semblables devraient être élaborées pour le personnel ATC et les conducteurs de véhicule.

f. Le personnel de l'aviation qui se sert des consignes de radiotéléphonie devrait être informé des divers facteurs qui peuvent nuire à la bonne communication de l'information, essentielle à l'aviation.

g. Les membres du personnel devraient être renseignés sur la diminution de leur vigilance lorsqu'ils exécutent des tâches de surveillance routinières. En outre, les employeurs devraient prendre toutes les mesures nécessaires pour renforcer la vigilance du personnel, en encourageant par exemple l'activité physique au travail, en prévoyant une musique de fond s'il y a lieu, en faisant des critiques positives à ceux qui font preuve de bonne vigilance, en minimisant la complexité du travail, et en réduisant le nombre de situations où la surcharge de travail est passagère.

h. En plus de comprendre la nécessité d'assurer une meilleure vigilance soutenue, il faut apprendre à apprécier davantage les moyens qui servent à renforcer la perception qu'a le personnel de la situation changeante.

i. Dans la mesure du pratique, des consignes d'exploitation et de phraséologie réglementaires de même que des habitudes de travail fondamentales et sécuritaires devraient être officiellement encouragées.

j. Les employeurs doivent être particulièrement conscients de l'effet néfaste qu'ont les variables psychosociales sur l'efficacité du personnel. Les surveillants doivent manifester d'excellentes relations interpersonnelles pour réduire cet effet.

k. Les surveillants et les autres membres du personnel devraient être mis au courant des effets des agents stresseurs sur leur efficacité et des moyens de contrer les effets cumulatifs néfastes du stress quotidien.

l. La formation sur le processus de décision (dont un aperçu est donné dans le manuel de formation à la prise de décision des élèves-pilotes) devrait être adaptée pour tout le personnel associé à l'exploitation des vols sur l'aire de mouvement.

m. Une étude multidisciplinaire sur l'incidence des facteurs humains sur le personnel clé susceptible d'être mis devant les risques de collision au sol est justifiée.

n. Les enquêtes sur les faits aéronautiques dans lesquels il y a eu des situations de conflit au sol doivent identifier et quantifier correctement les facteurs humains contributifs. Ces facteurs doivent être ensuite compilés systématiquement dans une base de données portant sur l'efficacité humaine afin d'en faire une analyse globale.

o. Il est urgent que l'ensemble du personnel aéronautique acquière une meilleure connaissance des effets des divers facteurs humains.

CHAPITRE 9

COMMUNICATION DE L'INFORMATION

9.1 Généralités

Dans les chapitres précédents, de nombreux problèmes associés à la communication de l'information ont été relevés. Ces problèmes avaient trait à la présentation visuelle de l'information et à l'échange de l'information essentielle transmise par l'oreille. En effet, la communication efficace de l'information est tellement vitale que le présent chapitre se concentrera sur les facteurs humains qui se rapportent à ce processus.

Généralement parlant, la communication de l'information englobe tous les aspects des messages qui sont transmis à dessein ou qui doivent l'être. Une bonne partie de l'information essentielle peut être transmise visuellement, par exemple par des panneaux et des balises, des signaux lumineux transmis par la tour, ou des imprimés. Comme la plus grande partie de l'information hautement dynamique (les autorisations, l'information relative à l'évitement des collisions, les modifications de l'état des installations, etc.) est communiquée presque exclusivement par radiotéléphone, le présent chapitre porte en grande partie sur l'information transmise vocalement et reçue par l'oreille.

Le contrôle de la circulation aérienne peut être considéré comme un système de gestion de l'information dans lequel presque toute l'information change rapidement après de courts laps de temps. Tout en coordonnant leur action, les contrôleurs de la circulation aérienne doivent fournir des services consultatifs aux pilotes et aux conducteurs de véhicule. L'échange d'information entre les contrôleurs et les pilotes (et, habituellement, les conducteurs de véhicule) est effectué presque exclusivement au moyen du radiotéléphone. Les messages en phonie véhiculent en pratique toute l'information (autorisations, renseignements et avertissements) communiquée par les contrôleurs de la circulation aérienne aux pilotes et aux conducteurs de véhicule. Malheureusement, les procédures de radiotéléphonie sont à peu près les mêmes qu'il y a cinquante ans. En dépit des progrès techniques dans la qualité de l'équipement radio, l'efficacité des communications radio est encore entravée par les mêmes facteurs humains qu'autrefois. Puisque les communications verbales restent une méthode imparfaite de communication de l'information, l'espacement nécessaire pour éviter les collisions est facilement compromis.

Une étude de la NASA (28) effectuée en 1981 a permis de constater que, pendant la période de 1976 à 1981, des problèmes de communication de l'information ont été relevés dans plus de 70 % des 28 000 rapports remis par des pilotes et des contrôleurs de la circulation aérienne à l'Aviation Safety Reporting System (ASRS) de la NASA. Ces problèmes portaient principalement sur les communications en phonie. Les rédacteurs de cette étude ont fait les constatations suivantes:

> "Plus du tiers de ces problèmes consistaient en une absence de communication de l'information dans des situations où, selon les analystes, la communication de l'information aurait pu empêcher un incident susceptible d'entraîner de graves conséquences. Dans un autre tiers, la communication de l'information a eu lieu, mais elle a été jugée incomplète ou inadéquate, ayant mené dans de nombreux cas à des mesures incorrectes de la part du pilote ou du contrôleur. Dans un huitième des rapports, la communication de l'information s'était faite correctement, mais à un mauvais moment (habituellement trop tard pour être utile) et n'a pas pu empêcher une suite d'évènements qui auraient pu être graves ..."

Les rédacteurs ont conclu que:

> "... les attributs humains (distraction, oubli, manque de surveillance, procédures et phraséologie non standard, confiance en soi exagérée), tout comme les facteurs systémiques (information sur la circulation non disponible, information détériorée, procédures ambiguës, facteurs environnementaux, charge de travail importante et, moins couramment, défaillance du matériel), contribuent aux insuffisances constatées dans la communication de l'information. Le contrôleur de la circulation aérienne est un pivot de la communication de l'information au sein du système ...., (mais) les pilotes, surtout lorsqu'ils volent selon les règles de vol à vue, pourraient faire plus pour améliorer la communication de l'information ..."

Dans le document technique n° 1875 (28) de la NASA, Charles E. Billings et William D. Reynard ont examiné les dimensions du problème de la communication de l'information. Ils ont identifié les problèmes génériques suivants qui influencent le processus de communication de l'information en s'appuyant sur des données obtenues grâce à l'ASRS de la NASA.

a. Absence d'émission du message. Dans plus du tiers des rapports analysés, la communication nécessaire n'a pas été établie. Il arrive que les pilotes ou les conducteurs de véhicule omettent d'indiquer leur position malgré l'obligation de le faire ou de diffuser volontairement des renseignements.

b. Inexactitudes. Même s'il arrive que les messages soient émis quand il le faut, un tiers de ceux qui ont été analysés contiennent des renseignements incomplets, inexacts, ambigus ou incompréhensibles.

c. Retard du message. Il arrive que les autorisations soient communiquées trop tard pour être utiles au destinataire (l'instruction "rappelez avant de traverser" n'a que peu de valeur pour un pilote qui s'est déjà engagé dans une intersection, ou un renseignement sur la circulation est parfois communiqué trop tard pour permettre une manoeuvre d'évitement).

d. Message manqué ou mal compris. Pour diverses raisons, il arrive que des messages qui sont communiqués correctement ne soient pas reçus. Les autorisations peuvent aussi être mal comprises; ces dernières sont examinées plus loin. Si la réception d'un message n'est pas accusée, le message sera probablement répété. Mais si la réception d'un message mal compris est accusée, tous ceux qui ont entendu l'accusé de réception agiront en fonction d'une information erronée.

e. Défaillances du matériel. De temps à autre, l'information n'est pas communiquée efficacement à cause de défaillances du matériel radio; de telles défaillances techniques sont de plus en plus rares.

La plupart des problèmes génériques déjà cités peuvent être attribués à la source du message. Billings et Reynard ont constaté que seulement 11 pour 100 des rapports examinés avaient trait à une mauvaise réception ou à la non-réception de l'information. Ce faible pourcentage s'explique peut-être par la nature spontanée des rapports de l'ASRS et par le fait que le personnel qui a manqué ou mal compris une autorisation est rarement conscient qu'il s'est produit une anomalie.

9.2 Autorisations mal comprises

L'OACI définit trois types d'irrégularité sur les aires de mouvement d'un aéroport qui peuvent mener à des risques de collision: la pénétration accidentelle, l'erreur de cheminement et l'autorisation mal comprise. Cette dernière irrégularité se produit lorsqu'un pilote ou un conducteur de véhicule se met à rouler, croyant qu'il a été dûment autorisé à le faire. Ce type d'irrégularité est des plus difficiles à empêcher. Le chapitre 3 traite, dans l'optique du pilote, de la nécessité de consignes concises et non équivoques de la part des contrôleurs de la circulation aérienne. Une étude citée dans ce chapitre a permis de constater que, dans 50 % des cas d'erreurs du pilote, l'avion s'était mis à rouler sans l'autorisation appropriée. Plusieurs facteurs ou conditions nuisant à la communication de l'information entre les contrôleurs de la circulation aérienne et les pilotes ou les conducteurs de véhicule ont déjà été relevés dans les chapitres précédents. En voici quelques-uns:

a. Ecoute avec réponse anticipée. Cette disposition mentale fait que les personnes entendent ce à quoi elles s'attendent ou ce qu'elles veulent entendre. Les pilotes qui attendent une autorisation de décoller (comme le pilote de la KLM à Tenerife) croient qu'ils entendent les instructions pour le décollage. Les contrôleurs occupés croient qu'ils entendent le collationnement exact des autorisations, même s'il y a des écarts importants.

b. Similitudes phonétiques. Il arrive qu'un pilote ou un conducteur de véhicule suive les instructions communiquées à un autre avion ou à un autre véhicule dont l'indicatif d'appel est phonétiquement semblable. Il arrive aussi que, par une transposition des chiffres, le pilote ou le conducteur s'engage sur la piste 01 alors que l'autorisation a été donnée pour la piste 10.

c. Phraséologie ambiguë. Des consignes imprécises comme "à droite à la prochaine bretelle" (comparativement à "sortez par la voie de circulation Charlie") peuvent être facilement mal interprétées. De la même façon, le fait de ne pas préciser le cheminement à suivre peut mener à des suppositions erronées, particulièrement si l'équipage connaît mal le plan de l'aérodrome.

d. Phraséologie non standard. L'information présentée ou formulée d'une façon non standard peut créer de la confusion. Le personnel aéronautique apprend des termes particuliers ayant une signification précise

et s'attend à recevoir des instructions et des renseignements conformes à des modèles standard. Les différences de phraséologie aggravent les problèmes d'écoute et d'ambiguité.

e. Autorisations circonstanciées. L'instruction demandant à un conducteur de véhicule de "traverser après l'atterrissage du Boeing 727" présuppose que le conducteur est en mesure de reconnaître le type d'avion.

f. Débit. Pendant les périodes de circulation intense, le contrôleur sol peut être amené à parler trop rapidement (et sans interruption) pour que les destinataires puissent comprendre exactement les messages.

g. Abréviations. Les messages abrégés peuvent créer de la confusion, particulièrement les indicatifs d'appel abrégés qui peuvent amener une autre personne que le destinataire à exécuter l'instruction.

h. Prononciation. Les différences entre les accents personnels peuvent mener à des interprétations erronées, particulièrement dans le cas des transporteurs étrangers dont la langue maternelle n'est peut-être ni l'anglais ni le français.

9.3 Bilinguisme

Au Canada, il y a eu beaucoup de débats au sujet des effets possibles du bilinguisme sur la communication de l'information nécessaire à la sécurité des vols. Une Commission d'enquête sur le bilinguisme dans les services de contrôle de la circulation aérienne au Québec a étudié cette question.

Dans son rapport (44), la commission a constaté qu'"il est plus sûr pour tout le monde que tous les pilotes communiquent en vol dans une langue qu'ils comprennent, qu'ils puissent comprendre parfaitement les instructions qui leur sont adressées et qu'ils puissent rendre compte clairement et exactement des faits essentiels de leur vol." Tout compte fait, il est considéré que la communication de l'information est améliorée par la mise en place de services de la circulation aérienne bilingues, sous réserve des conditions proposées par les membres de la commission.

Le rapport définitif de la commission d'enquête recommandait que "l'ONA n° 1 de la série I soit modifiée de façon à indiquer aux pilotes qu'ils ont la responsabilité de s'assurer qu'ils ont une connaissance

suffisante de la langue utilisée par les services de la circulation aérienne qui contrôlent l'espace aérien à l'intérieur duquel ils entreprennent des vols contrôlés." Pour l'application de cette recommandation, il est impératif que les pilotes sachent dans quelle langue les services sont assurés. Cette condition ne s'applique pas seulement aux aéroports contrôlés, mais aussi aux aéroports non contrôlés ayant une station d'information de vol (FSS) ou une installation radio télécommandée (RCO). Bien que la publication d'information aéronautique (AIP) donne actuellement la liste des organes où le service est assuré en français, rien de tel ne figure dans le Supplément de vol Canada.

9.4 Indicatifs d'appel erronés

Puisque, actuellement, les communications radiotéléphoniques peuvent être entendues par toutes les personnes qui sont à l'écoute sur une fréquence donnée, il est impératif que les messages soient adressés correctement. Lorsque la communication ne parvient pas à la personne voulue, il y a un problème de confusion d'indicatif d'appel. La NASA a chargé le capitaine W.P. Monan (25) d'effectuer une étude sur les erreurs de destinataire dans les radiocommunications aux Etats-Unis. Cette étude examine plusieurs facteurs responsables des problèmes de confusion d'indicatif d'appel.

De nombreux indicatifs d'appel d'avion ou de véhicule se ressemblent beaucoup phonétiquement. Dans l'étude du capitaine Monan, 250 incidents dus à des similarités d'indicatif d'appel d'avion (communiqués à l'Aviation Safety Reporting System sur une période de quatre ans) ont été analysés. Les similarités de sons, de noms, de lettres et de numéros sont une source de confusion pour les oreilles, la langue et l'esprit des aviateurs et des contrôleurs. L'étude a permis de constater que "les indicatifs d'appel similaires proliféraient du fait que les transporteurs aériens régionaux et les taxis aériens continuaient de remplacer des avions à fuselage large par des avions de transport plus petits effectuant des liaisons multiples sur des lignes identiques limitées interurbaines". Le processus de communication peut être arrêté soit par les pilotes qui perçoivent mal un appel, soit par un contrôleur qui utilise un indicatif d'appel erroné. Les problèmes qui se reproduisent fréquemment à cet égard englobent les noms de compagnies qui se ressemblent, combinés à des numéros de vol similaires ou identiques, des noms de compagnies aériennes, de sociétés ou de constructeurs identiques combinés à des indicatifs alphanumériques qui se ressemblent, ou des chiffres dans les numéros de vol ou des lettres d'immatriculation qui peuvent être facilement transposés. Les mêmes chiffres,

ordonnés différemment, contribuent particulièrement à une fausse interprétation, p. ex. "Air Canada 341" peut facilement être transposé en "Air Canada 431", ou "Véhicule 23" en "Véhicule 32".

De nombreux problèmes liés aux indicatifs d'appel sont causés par de mauvaises techniques de radiotéléphonie. Le pilote qui ne s'identifie pas clairement crée des difficultés chez les contrôleurs et ses compagnons pilotes alors que ces derniers s'efforcent de se représenter précisément la situation qui évolue. De la même façon, le pilote qui enchaîne des phrases sans s'interrompre à la fin de sa communication bloque les indicatifs d'appel d'autres avions qui peuvent essayer de communiquer des renseignements utiles sur la circulation. Les pilotes et les contrôleurs adoptent fréquemment la mauvaise habitude de trop abréger les indicatifs d'appel, peut-être parce que des avions ou des transporteurs particuliers leur sont très familiers. Cet abus d'abrégement peut amener les avions dont les indicatifs d'appel se ressemblent, lorsque ces derniers sont abrégés, à exécuter des instructions par erreur. Inversement, un contrôleur peut communiquer des instructions erronées à un avion, croyant qu'il s'agit d'un autre dont l'indicatif d'appel abrégé ressemble à celui du premier.

Si la fréquence est occupée et que l'indicatif d'appel est, au contact initial, brouillé ou altéré, un pilote peut supposer à tort que les instructions lui sont destinées, particulièrement si elles contiennent les mots "rapidement" ou "immédiatement". Lorsqu'un pilote attend l'autorisation de traverser une piste en service ou l'autorisation de décoller, l'anxiété causée par l'attente peut créer une incertitude. Inversement, lorsqu'un pilote n'attend pas d'appels, comme une modification des instructions de roulage, un indicatif d'appel brouillé peut se traduire par l'inexécution d'une instruction. Les pilotes tendent apparemment à diminuer leur attention à l'écoute une fois qu'une autorisation attendue a été reçue. Une écoute permanente des communications continues en phonie du contrôle de la circulation aérienne ne peut pas être effectuée. L'attention des pilotes est éveillée par leur propre indicatif d'appel; lorsqu'une communication du contrôle de la circulation aérienne est commencée par l'indicatif d'appel d'un autre avion, leur propre attention n'est pas éveillée. Cependant, les messages enchaînés du contrôle de la circulation aérienne, sans pauses entre les instructions à différents avions, font que les pilotes peuvent manquer leur propre indicatif d'appel.

Les détériorations dans la communication des indicatifs d'appel des avions (ou véhicules), peuvent causer des erreurs de la part des pilotes (ou des conducteurs de véhicule) qui répondent au mauvais indicatif d'appel, ou de la part des contrôleurs qui donnent des instructions au mauvais avion (ou véhicule) en utilisant un indicatif d'appel incorrect. Dans l'un et l'autre cas, si l'autre ne détecte pas l'erreur, il se crée chez l'auteur du message un faux sens de sécurité basé sur l'approbation tacite du silence.

9.5 Encombrement des fréquences

Comme nous l'avons mentionné précédemment, l'encombrement des fréquences peut se traduire par des détériorations dans la communication efficace de l'information, commençant par les erreurs de destinataire. Même si l'indicatif d'appel est entendu correctement, les pilotes et les conducteurs de véhicule peuvent, cependant, hésiter à aggraver l'encombrement des fréquences en demandant une clarification des autorisations mal comprises, ce qui peut se traduire par des mouvements non autorisés. Plusieurs moyens pour réduire au minimum l'encombrement des fréquences sont disponibles; en voici quelques-uns:

a) l'auteur du message doit préparer soigneusement toute transmission de messages avant d'enfoncer le bouton du microphone;

b) le verbiage qui n'a aucun rapport avec la situation et les remarques superflues doivent être évités;

c) pour les manoeuvres des avions et des véhicules à l'extérieur de l'aire de manoeuvre, il est préférable que les procédures soient données sous forme standard écrites;

d) au besoin, les responsabilités du contrôle au sol peuvent être partagées, et des fréquences discrètes peuvent être utilisées pour la communication des autorisations IFR;

e) il y a des dispositifs électroniques qui empêchent un appareil radio d'émettre sur une fréquence en cours d'utilisation (éliminant par conséquent le brouillage fréquemment entendu aujourd'hui lorsque des avions émettent simultanément, ce qui diminue l'efficacité des communications pour tous);

f) dans la mesure du possible, le service automatique d'information de région terminale (ATIS) doit être utilisé au maximum pour fournir des renseignements de nature relativement stable.

9.6 Service automatique d'information de région terminale (ATIS)

Dans les gros aéroports, la tâche du contrôleur sol est simplifiée par la communication automatique de l'information essentielle pour l'aéroport (piste en service, conditions des pistes, vents de surface, etc.) par l'intermédiaire de l'ATIS. Si l'information émise par l'ATIS est incorrecte ou qu'elle est mal émise, il y a risque d'erreur menant à une situation conflictuelle au sol. Les diffusions de l'ATIS peuvent être inintelligibles à cause du débit ou de la qualité de l'enregistrement. Une information ATIS périmée portant sur la piste ou les voies de circulation en service, ou sur la visibilité dominante peut aussi devenir un facteur contribuant à une situation conflictuelle.

9.7 Problème de collationnement

En plus de confirmer l'autorisation ou l'instruction, le collationnement verbal présente l'avantage supplémentaire de renforcer l'information qui se présente à l'esprit du pilote. Les Règles de l'air et services de la circulation aérienne (12e édition, 21 novembre 1985) de l'OACI recommandent que tous les états membres exigent que "toutes les autorisations pour pénétrer sur une piste en service, d'y atterrir, d'y décoller, de la traverser et de la remonter, doivent être collationnées." Il n'est pas encore officiellement exigé de collationner toutes ces instructions au Canada. Cependant, depuis avril 1987, le MANOPs a été modifié et l'ATC demande que toutes les instructions "d'attendre et d'attendre à l'écart" soient collationnées (34).

A l'enquête publique sur les risques de collision, plusieurs représentants du public aéronautique canadien ont plaidé en faveur du collationnement obligatoire, particulièrement pour toute instruction ou autorisation d'entrée sur une piste. Du point de vue des procédures, un tel changement mérite réflexion. Cependant, puisque les autorisations IFR mal comprises peuvent être régulièrement attribuées à des erreurs de collationnement, les facteurs humains associés au collationnement dans la communication de l'information doivent être compris. Un grand nombre de ces facteurs qui peuvent donner lieu à une autorisation mal comprise, et par conséquent, à un collationnement incorrect, ont déjà été étudiés.

Dans les études de simulation de télécommunications IFR bilingues préparées pour Transports Canada et revues pour la Commission d'enquête sur le bilinguisme dans les services de contrôle de la circulation aérienne au Québec, des taux d'erreurs importants dans le collationnement des autorisations du contrôle de la circulation aérienne (ATC) ont été relevés. A ce moment, on a conclu qu'"il semblerait, à partir des résultats obtenus en simulation et dans la réalité, que la fréquence à laquelle les contrôleurs décèlent des collationnements incorrects est trop faible." L'étude a recommandé que "les contrôleurs doivent être sensibilisés à la nécessité d'écouter attentivement le collationnement des autorisations de façon à déceler les erreurs. Le collationnement qui ne fait pas l'objet de l'attention voulue ne fait qu'ajouter à l'encombrement des fréquences."

Dans une autre étude américaine (24), le captitaine Monan a remarqué que de nombreux pilotes ont déclaré "Bon, j'ai fait une erreur, mais j'ai collationné. Pourquoi le contrôleur n'a-t-il pas décelé l'erreur dans mon collationnement?" Malheureusement, les pilotes semblent hésiter à faire reconfirmer des instructions douteuses par un contrôleur. Trop souvent, les aviateurs subordonnent le bon sens, le jugement et l'esprit pratique à une supposition, en se fondant sur la "confirmation" silencieuse de leurs collationnements par le contrôleur.

L'absence de la redondance indispensable dans le dialogue contrôleur-pilote-contrôleur a été apelée "problème de répétition en écho" par le NASA Aviation Safety Reporting System. Du point du vue des contrôleurs de la circulation aérienne, il y a une ironie évidente: leurs erreurs consistent à ne pas déceler, ni corriger, les erreurs des aviateurs. Pourtant, si le personnel des services de la circulation aérienne (ATS) ne décèle pas les erreurs, les pilotes (ou les conducteurs de véhicule) supposent qu'il y a approbation, une approbation silencieuse.

9.8 Problèmes relatifs à la coordination des contrôleurs de la circulation aérienne

Eviter des situations conflictuelles dans la circulation au sol nécessite une coordination efficace entre le contrôleur sol et le contrôleur de la circulation aérienne (et aux aéroports canadiens les plus fréquentés, entre les contrôleurs sol). Cette coordination nécessite une communication efficace de l'information, et, par conséquent, elle est vulnérable à cause des facteurs humains qui influent sur le processus de communication de

l'information. Dans le document technique n° 1875 (28) de la NASA, Ralph L. Grayson a étudié un échantillon de 200 faits imprévus où il y a eu un manque de coordination chez les contrôleurs de la circulation aérienne. Le manquement le plus souvent rapporté consistait à ne rien faire pour établir la coordination; l'autre erreur la plus fréquemment rapportée consistait à ne pas exécuter le plan convenu. Des erreurs techniques et de perception sont apparues partout dans les rapports de faits imprévus étudiés, mais des moyens mnémotechniques et des pense-bête peuvent être utilisés pour diminuer le risque d'oublier d'exécuter ou de ne pas exécuter le plan élaboré auparavant.

M. Grayson a classé par catégories six erreurs humaines associées au manque de coordination des contrôleurs:

a. Oubli - Oubli de l'information reçue relative à la circulation présente ou future.

b. Erreur technique - Utilisation de procédures non autorisées ou mal choisies dans la formulation ou l'exécution d'un plan de coordination.

c. Erreurs de perception - Utilisation de données incorrectes ou incomplètes reçues d'une source extérieure, des sens ou par analyse, comme base de la prise de décision.

d. Manque de surveillance - Absence de vérification des sources d'information d'une façon systématique et au bon moment.

e. Inexactitude du message - Des parties d'un message ne sont pas interprétées selon l'intention de l'émetteur.

f. Mauvaise identification - La position ou d'autres données pertinentes qui s'appliquent à un avion sont utilisées pour un autre avion.

M. Grayson a identifié neuf prédispositions, dont au moins six peuvent influer sur le contrôle au sol de la circulation. Ces prédispositions comprennent la distraction, la surcharge de travail, l'expérience et la formation acquises, la confiance en soi exagérée, la défaillance du matériel et les rapports interpersonnels. Il a conclu que la gestion est liée directement à toutes les sources d'erreur notées dans les rapports sur le manque de coordination des contrôleurs de la circulation aérienne étudiés. Le fait cité à la page 54 illustre les situations conflictuelles qui peuvent surgir lorsque les contrôleurs sol et les contrôleurs air travaillent de façon indépendante, sans coordination adéquate.

9.9 Problèmes de communication à l'intérieur du poste de pilotage

Les communications à l'intérieur du poste de pilotage peuvent grandement influer sur la communication de l'information et, par conséquent, sur le fonctionnement de l'équipage. Les membres d'équipage qui volent fréquemment ensemble élaborent un partage efficace des tâches et en arrivent à connaître la façon particulière de communiquer de chacun d'entre eux. Cependant, étant donné les pratiques courantes d'affectation des membres d'équipage dans les grandes compagnies aériennes, les membres d'équipage qui doivent voler ensemble peuvent ne s'être jamais rencontrés avant, et se doivent d'établir un plan de communication interpersonnelle efficace dans le poste de pilotage.

Dans le document technique n° 1875 (28) de la NASA, H. Clayton Foushee et Karen L. Manos ont étudié les problèmes de communication à l'intérieur du poste de pilotage. Ils ont constaté que la présence ou l'absence d'une direction ferme était reliée à la fréquence et à la gravité des erreurs commises par les membres d'équipage. Les équipages qui fonctionnaient mal avaient tendance à moins communiquer, ce qui laisse penser qu'une mauvaise coordination des membres d'équipage tend à se traduire par un fonctionnement médiocre. D'autre part, les groupes qui font peu d'erreurs tendaient à confirmer les communications plus souvent et à manifester une plus grande harmonie interpersonnelle.

Dans 35 % des cas étudiés, la coordination des membres d'équipage était influencée par une compréhension et un partage des responsabilités médiocres. Dans 15 % des rapports analysés, l'information qu'un membre d'équipage ou plus croyaient avoir été communiquée ne l'avait pas été pour une raison ou une autre. Dans 10 % des cas étudiés, une confiance en soi exagérée a donné lieu aux suppositions que chacun comprenait ce qui se passait alors qu'en fait, il n'en était rien. Et, dans 16 % des cas étudiés, des conversations étrangères au travail entre des membres d'équipage ou entre des membres d'équipage et des agents de bord ont donné lieu à un manque de communication. Moins fréquemment, des rapports interpersonnels se sont détériorés au point de rendre inefficace la communication de l'information dans le poste de pilotage; par exemple, un pilote commandant de bord autocratique peut empêcher une coordination verbale efficace.

A cause de l'importance d'une communication efficace dans le poste de pilotage, la formation sur la gestion des ressources dans le poste de pilotage, à laquelle souscrivent actuellement un grand nombre de transporteurs

importants et d'exploitants commerciaux, comprend la formation des membres d'équipage sur des sujets comme la coordination et les relations interpersonnelles.

9.10 Phraséologie standard

Comme nous l'avons vu, les possibilités de mal comprendre les instructions sont augmentées lorsqu'une phraséologie non standard est utilisée. La poursuite du perfectionnement donne lieu à des améliorations de la phraséologie standard, ce qui ne se fait pas toujours sans controverse.

Des problèmes ont été constatés plus tôt relativement à la combinaison des autorisations du contrôle de la circulation aérienne et des autorisations de décollage, par exemple, l'interprétation erronée du pilote de la KLM à Tenerife. Les pilotes qui reçoivent des autorisations ou des autorisations modifiées lorsqu'ils sont en position de décollage s'attendent à recevoir une autorisation de décoller à la fin des instructions du contrôle de la circulation aérienne, et peuvent commencer le roulement au décollage en conséquence. L'ACCTA a fait des remarques sur les difficultés de trouver la phraséologie et l'ordre appropriés pour donner ou modifier les autorisations du contrôle de la circulation aérienne conjointement avec la délivrance d'une autorisation de décoller. De même, Transports Canada craint que les pilotes ne manquent certaines informations critiques données après l'autorisation de décollage parce qu'ils se concentrent sur d'autres procédures de cabine telles que le réglage de la puissance et les listes de vérifications.

L'utilisation d'autorisations conditionnelles comme "autorisé à traverser derrière l'avion qui atterrit" crée des ambiguités pour les pilotes comme pour les conducteurs de véhicule.

Transports Canada prescrit actuellement une nouvelle phraséologie pour le refus de toute demande d'autorisation; à l'avenir, tous ces refus seront précédés d'un "négatif". Par exemple, en refusant la demande d'un conducteur de véhicule de traverser une piste en service, le contrôleur dira: "Négatif, avion en train de se poser, gardez votre position".

Aux Etats-Unis, on estime que quelques-unes des erreurs attribuables à la transposition des chiffres dans les indicatifs de piste pourraient être diminuées en appelant la piste 01, piste "un", la piste 10, piste "dix", etc.

Une attention soutenue est nécessaire pour l'élaboration d'une phraséologie standard qui va diminuer les risques de situations conflictuelles au sol.

9.11 Bruit

9.11.1 Dans le poste de pilotage

Dans le chapitre 3, les constatations du D[r] Neil Winther concernant les effets du bruit dans le poste de pilotage sur les pilotes en formation ont été étudiées. Les bruits qui brouillent les conversations dans les postes de pilotage ne constituent pas un problème nouveau, et il est particulièrement grave dans le cas des avions légers à moteur à pistons. Le D[r] William T. Shepherd de la FAA (5) a constaté que le bruit dans les postes de pilotage est à peu près aussi mauvais dans les hélicoptères et les petits avions à turbopropulseur. L'échappement des moteurs et le déplacement des pales d'hélice explique la présence de basses fréquences fortes. Les avions légers fournissent des trajets naturels pour ces basses fréquences à ondes longues (par exemple les gaines d'air, les fenêtres mal ajustées, etc.). Parce que ce bruit présente des caractéristiques similaires à la voix humaine, il masque efficacement la parole. En particulier, les sons des consonnes (c.-à-d. l'information portant des éléments de la parole) sont des plus vulnérables à cause de leurs niveaux relativement faibles et de leurs fréquences généralement plus élevées.

En tentant de compenser ce bruit qui masque, les pilotes parlent plus fort, augmentent le volume des appareils radio, gesticulent ou tentent de lire sur les lèvres de l'autre. Fréquemment, ce comportement compensateur ne donne pas pleinement lieu à une communication efficace de l'information. Par exemple, J.M. Pickett (31) a constaté que l'intelligibilité diminue grandement au-dessus de 78 décibels (spectre continu et uniforme) à cause de la distorsion des éclats de voix. Même si le port de protecteurs auriculaires coupe l'effet du bruit dans le poste de pilotage, ces protecteurs atténuent aussi la parole à cause de la similarité des formes spectrales du son.

Le D[r] Shepherd a conclu que la seule méthode pratique d'augmenter les rapports "parole-bruit" dans le poste de pilotage est d'utiliser des interphones comprenant des microphones antibruit. (Cette dernière caractéristique est cruciale parce que des dispositifs qui ne comprennent pas de tels microphones tendent à amplifier la parole et le bruit ambiant également, ce qui se traduit par une augmentation inefficace du rapport parole-bruit.) Aux Etats-Unis, les avions ayant plus de 19 sièges passagers,

exploités conformément à la partie 121 des Federal Aviation Regulations, doivent maintenant être munis d'interphones pour l'équipage.

Le D[r] Shepherd croit que la mesure de prudence à prendre serait de poser et d'utiliser des interphones dans tous les petits avions. A son avis, les avantages sur le plan de la sécurité, du confort et de la réduction de la perte de l'ouïe feraient plus que couvrir le coût modique de ces dispositifs.

Ces conclusions se comparent à celles du D[r] Winther (48) qui a suggéré le port obligatoire de casques d'écoute par les élèves-pilotes. En tout cas, la protection auditive des membres d'équipage garde toute sa valeur car elle augmente l'efficacité de la communication, en empêchant la perte auditive et, probablement, en diminuant la fatigue due au bruit.

9.11.2 Dans les cabines de véhicule

Comme le mentionne le chapitre 5, "Exploitation des véhicules", Transports Canada a pris des mesures pour diminuer les effets nuisibles du bruit sur les conducteurs de véhicule dans les véhicules possédés et exploités par Transports Canada, par exemple, les chasse-neige, les souffleuses, les camions neufs, etc., qui vont sur les pistes, doivent être insonorisés de façon que le niveau de bruit ne dépasse pas 85 décibels. En outre, les conducteurs des véhicules plus anciens de Transports Canada doivent porter des casques d'écoute. L'exigence à l'effet que tous les conducteurs de véhicule qui pénètrent seuls sur les aires de manoeuvre portent des casques d'écoute va améliorer l'efficacité des communications radio avec l'organisme de contrôle.

9.11.3 Dans la tour

A l'enquête publique sur le risque de collision, le représentant de l'ACCTA a signalé que le bruit causait des distractions dans la tour. La présence de plusieurs contrôleurs aux aéroports très fréquentés, de chefs d'équipe, de chefs de quart, de personnel de maintenance et de visiteurs peut créer des niveaux de bruit élevés. Des enquêtes effectuées sur place sur les conditions de travail vers la fin des années 70 ont permis de constater que le niveau de bruit était trop élevé dans ce milieu, mais pas assez pour présenter un danger pour la santé. Cependant, le niveau de bruit était suffisamment élevé pour causer de la fatigue. En conséquence, au cours des périodes très occupées, le port du casque d'écoute par les contrôleurs permettait de diminuer les distractions causées par le bruit étranger, d'améliorer la communication de l'information et la coordination à l'intérieur de la tour, comme le mentionne le chapitre 4, "Contrôle de la circulation aérienne."

9.12 Aéroports non contrôlés

En 1978, G. Courtney Chapman de Battelle's Columbus Laboratories a étudié les facteurs humains associés aux possibilités de conflits aux aéroports non contrôlés (23). Il a constaté que dans environ 54 % des rapports étudiés, seul le pilote d'un avion a utilisé l'appareil radio dans les situations conflictuelles avion-avion étudiées. Si un pilote utilisait l'appareil radio, mais que l'autre pilote n'écoutait pas, l'effet était le même que s'il n'y avait eu aucun appel radio. Ainsi, dans 76 % des rapports étudiés, il n'y a eu aucun échange oral relatif aux positions aux aéroports non contrôlés.

Le problème est apparenté à celui du collationnement et de la répétition en écho. La circulation à un aéroport non contrôlé exige que les pilotes et les conducteurs de véhicule soient attentifs à l'écoute des renseignements relatifs aux positions des autres avions et véhicules. Les pilotes et les conducteurs de véhicule doivent apprendre que le système auditif est un auxiliaire utile de la vue pour garder une image à jour de la situation actuelle de la circulation.

9.13 Moyens autres que la radiotéléphonie

Etant donné la surabondance de facteurs qui nuisent à la communication radiotéléphonique actuelle de l'information, comment la communication efficace de renseignements cruciaux peut-elle être assurée? Par, entre autres, les moyens suivants:

a. Messages écrits. Autant que possible, les procédures standard et l'information de base (permanente) doivent être largement disponibles sous forme écrite. Il est reconnu que les membres d'équipage font déjà face à une quantité presque écrasante de renseignements aéronautiques écrits. Néanmoins, la consultation avant vol de ces renseignements pourraient réduire de nombreux problèmes de navigation au sol subis actuellement par les pilotes, particulièrement à des aérodromes non familiers. Cette information doit être présentée dans un format facilement accessible qui permette une consultation rapide compte tenu des conditions qui existent dans un poste de pilotage, et elle doit être suffisamment détaillée pour permettre une navigation au sol en toute sécurité à l'aide des repères visuels disponibles que sont les panneaux et les marques. Cette information est complétée d'une aide verbale minimale de la part des contrôleurs sol.

b. Signaux optiques. Pour réduire au minimum le risque d'autorisations mal comprises menant à une entrée non autorisée sur une piste, les instructions verbales peuvent être confirmées par des signaux optiques. Par exemple, éteindre les feux des barres d'arrêt, allumer les feux d'axe de piste au-delà d'une barre d'arrêt, utiliser les feux encastrés rouges-verts aux points d'attente (comme ceux posés par la FAA à l'aéroport international Kennedy de New York). Même l'utilisation d'une lampe Aldis peut constituer une redondance utile aux instructions verbales. A ce sujet, l'OACI étudie actuellement la nécessité d'une confirmation visuelle de l'autorisation verbale de décollage.

c. Liaison de données. Comme le mentionne le chapitre 5, les systèmes de liaison de données numériques, qui utilisent de nouvelles balises à adresse discrète ou des transpondeurs, sont réalisables aujourd'hui. Les instructions peuvent ainsi être adressées et présentées spécifiquement dans le poste de pilotage ou la cabine d'un véhicule sous forme alphanumérique ou graphique. Ces affichages pourraient contenir une grande partie de l'information communiquée maintenant oralement, et élimineraient l'un des plus graves problèmes de communication aujourd'hui: l'exécution, par des pilotes ou des conducteurs de véhicule, d'autorisations destinées à quelqu'un d'autre. En outre, on croit que cette présentation visuelle de données est moins transitoire que les présentations auditives, ce qui est certainement vrai si le dispositif peut fournir des imprimés. Cependant, il y a un risque de répercussions dangereuses car la capacité d'attention visuelle des pilotes peut être dépassée.

9.14 Observations

L'information communiquée par la voix et reçue par l'oreille est vitale pour permettre l'espacement requis afin d'éviter des collisions. Toutefois, le processus de communication de l'information est très sensible aux détériorations. Alors que de nombreux problèmes associés à la communication de l'information peuvent être retracés jusqu'à l'émetteur du message, il y a lieu aussi de grandement améliorer l'aspect récepteur. Les observations suivantes ont pour but de réduire le risque de collision résultant des détériorations dans le processus de communication de l'information.

a. La fréquence des autorisations mal comprises pourrait être réduite par la mise sur pied d'un programme national visant tous les pilotes, le personnel des

services de la circulation aérienne (ATS) et les conducteurs de véhicule de l'aéroport pour leur faire prendre davantage conscience de la fragilité du processus de communication de l'information et des moyens pratiques d'éviter les pièges communs, par exemple, faire attention à l'écoute avec réponse anticipée, à la phraséologie ambiguë et non standard, aux autorisations circonstanciées, au débit et à l'accent, et éviter d'abréger les indicatifs d'appel, etc. Le bulletin d'opération de la FSS publié par Transports Canada en avril 1987, et qui insiste sur de bonnes procédures d'autorisation de l'ATC est un bon exemple du type d'initiative requis pour pallier la mauvaise compréhension des autorisations.

b. Les pilotes ont la responsabilité de s'assurer que leurs aptitudes à la communication sont compatibles avec la langue dans laquelle les services des unités du contrôle de la circulation aérienne, des stations d'information de vol (FSS) et des installations radio télécommandées (RCO) sont offerts; l'accomplissement de cette responsabilité exige des modifications aux publications d'information aéronautique pour indiquer les langues dans lesquelles l'information de vol est disponible à des endroits particuliers.

c. Le syndrome de l'indicatif d'appel erroné pourrait être diminué

   1) si les pilotes et les conducteurs de véhicule étaient plus attentifs lorsqu'ils utilisent la radiotéléphonie;

   2) si tout le personnel en cause dans l'exploitation aérienne utilisait les indicatifs d'appel complets partout où il y a risque d'ambiguïté; et

   3) si, lorsqu'un indicatif d'appel pour un avion ou un véhicule est créé, une attention particulière était portée au risque de transposition ou d'identification erronée avec un indicatif d'appel existant.

d. L'encombrement des fréquences peut être diminué

   1) par l'utilisation de bonnes procédures radiotéléphoniques et par la discipline;

   2) par l'utilisation d'autres moyens pour communiquer l'information comme l'ATIS, la fréquence des autorisations et les procédures écrites;

3) par le partage des responsabilités au poste de contrôle sol, au besoin; et

4) par l'utilisation de dispositifs de blocage électroniques pour empêcher l'émission simultanée de voix.

e. Le collationnement obligatoire de toutes les instructions concernant l'entrée sur une piste ou l'attente à l'écart d'une piste est justifié.

f. Le personnel des services de la circulation aérienne (ATS) doit être informé de la nécessité d'écouter avec attention les collationnements d'autorisations de façon à déceler des erreurs.

g. Le personnel des services de la circulation aérienne doit être informé des erreurs les plus fréquentes associées aux manquements dans la coordination des contrôleurs et des conditions qui les préparent.

h. Par l'intermédiaire de programmes comme la formation sur la gestion des moyens dans le poste de pilotage, les équipages de conduite doivent être informés de l'impact négatif d'une coordination médiocre des membres d'équipage sur le fonctionnement global du vol.

i. Une attention soutenue est nécessaire pour l'élaboration d'une phraséologie standard devant être utilisée par tout le personnel impliqué dans l'exploitation aérienne.

j. Le port obligatoire de casques d'écoute par les pilotes et les conducteurs de véhicule impliqués dans la circulation au sol sur les aires de manoeuvre est justifié. En outre, il faut

1) encourager l'utilisation d'interphones dans tous les petits avions; et

2) obliger les contrôleurs tour à porter des casques d'écoute pendant les périodes de circulation intense.

k. Les pilotes et les conducteurs de véhicule doivent connaître ce que leur système auditif peut leur apporter au niveau de la perception de l'évolution de la circulation aux aéroports non contrôlés.

l. Les autorités de l'aéroport doivent s'assurer que, autant que possible, les procédures d'exploitation standard soient disponibles sous forme écrite.

m. On peut réaliser la redondance dans la communication de renseignements cruciaux en accompagnant les instructions verbales de signaux optiques.

n. La quantité de renseignements cruciaux actuellement communiqués verbalement et oralement pourrait être diminuée grâce à l'élaboration et à la réalisation de systèmes de liaison de données à partir du contrôle de la circulation aérienne vers les postes de pilotage et les cabines de véhicule.

CHAPITRE 10

GESTION

10.1 Généralités

Comme nous l'avons vu dans les chapitres précédents, Transports Canada a des responsabilités qui se font sentir un peu partout pour permettre la création de conditions d'exploitation qui réduisent au minimum le risque de collision entre les avions et entre les avions et les véhicules. Les politiques nationales, les normes et les consignes de travail, les niveaux de dotation en personnel et de moyens dans tout le pays, les programmes de formation et de sécurité nationaux et l'analyse des tendances nationales pour l'identification des manquements à la sécurité fournissent la base permettant l'évitement efficace de collisions dans les aéroports canadiens. En effet, la plupart des observations visant à réduire le risque de collision soulevées jusqu'ici impliquent une grande participation des gestionnaires du réseau de transport aérien national.

Les pilotes peuvent éviter de nombreuses situations conflictuelles en mettant toujours en pratique les qualités requises de l'aviateur; ces habitudes, cependant, doivent être le résultat d'une formation initiale efficace et d'un progamme permanent portant sur la sensibilisation à la sécurité. Le pilote peut prendre des habitudes sur le plan de la sécurité, comme l'utilisation d'une phraséologie radiotéléphonique standard, le maintien d'une discipline stricte en radiotéléphonie, la pratique d'une surveillance extérieure efficace, la préparation avant vol complète et l'utilisation de casques d'écoute, à la condition qu'il y ait un programme national de formation et de promotion solide.

De la même façon, les contrôleurs de la circulation aérienne peuvent apprendre à réduire le risque de collision par l'utilisation de techniques de surveillance extérieure efficaces, d'une phraséologie radiotéléphonique standard, etc. En outre, les gestionnaires peuvent faciliter et rendre plus sûre la tâche des contrôleurs en fournissant des avantages technologiques comme les radars de surface (ASDE) et les dispositifs convenables de détection de présences sur la piste. L'amélioration des procédures du contrôle de la circulation aérienne (telles qu'elles sont prescrites dans le manuel d'exploitation du contrôle de la circulation aérienne) peut réduire le risque de collision; par exemple, les procédures améliorées pour

l'exploitation sur des pistes multiples, la visibilité réduite, les hélicoptères, etc., doivent être conformes aux normes nationales.

Comme le mentionne le chapitre 5, il y a beaucoup de place pour l'amélioration dans le contrôle de l'exploitation des véhicules sur les aéroports canadiens. En particulier, la révision des directives nationales sur la circulation dans les aéroports et la mise en place d'un système rigoureux de permis de conducteurs de véhicule d'aéroport est nécessaire de toute urgence. En outre, les gestionnaires ont la responsabilité d'augmenter la visibilité des véhicules autorisés à circuler sur les aires de manoeuvre et de réduire le bruit dans les cabines de ces véhicules. Les gestionnaires d'aéroport locaux demandent aux autorités d'imposer les consignes nationales sur la circulation et de réduire la circulation des véhicules sur les aéroports au minimum essentiel.

Comme autorité principale de la plupart des aéroports les plus fréquentés au Canada, Transports Canada a la responsabilité de fournir les installations et le matériel d'aérodrome adéquats. Le développement et la mise en place du matériel et des installations d'aéroport doivent progresser conformément aux normes nationales qui, à leur tour, doivent être en harmonie avec les conventions internationales ratifiées par l'OACI. Tandis que l'OACI recherche des normes améliorées par l'intermédiaire d'organismes tels que le comité des aides visuelles, qui travaille actuellement à l'amélioration de l'information sur le contrôle et le guidage pour la circulation des avions au sol, Transports Canada doit s'assurer que le Canada est bien représenté dans ces comités et groupes de travail et appuie la recherche et le développement dans ce domaine.

En ce qui concerne les aéroports non contrôlés, les critères d'installation d'une station d'information de vol ou d'une tour de contrôle sont la prérogative de Transports Canada. Comme l'a recommandé M. le juge Dubin, de nombreuses mesures pourraient être prises pour améliorer la sécurité aux aéroports desservis par une station d'information de vol (FSS) ou une installation radio télécommandée (RCO). Transports Canada a pris des mesures pour combler un grand nombre de ces lacunes; par exemple, la mise en oeuvre des exigences à l'égard des fréquences obligatoires, l'amélioration de la visibilité à partir des FSS, et l'augmentation du contrôle des véhicules sur les pistes des aéroports desservis par une FSS.

L'initiative du gouvernement consistant à privatiser de nombreux aéroports actuellement possédés et exploités par Transports Canada peut présenter une nouvelle dimension au niveau du pouvoir de réglementer de l'aviation civile au Canada. Pendant que la maîtrise directe de Transports Canada sur tous les aéroports dont il s'est dépouillé peut être réduite dans le quotidien, le Ministère continuera de s'assurer que ces aéroports peuvent fournir des services en toute sécurité au public canadien. A cette fin, Transports Canada doit pouvoir continuer à influer sur la suffisance des installations, du matériel et des procédures locales par l'intermédiaire du processus de certification de ces aéroports.

Comme nous l'avons vu dans les chapitres 8 et 9, un grand nombre des suggestions faites pour réduire le risque de collision aux aéroports canadiens ont pour but de remédier aux symptômes plutôt qu'à la cause des problèmes. Puisque les écarts dans les comportements humains auxquels on s'attend comptent pour une si grande part des facteurs donnant lieu à des collisions, une compréhension accrue, à savoir pourquoi les personnes se comportent de telle façon, est nécessaire. La solution des lacunes inhérentes à la sécurité peut être simplifiée si on a une meilleure évaluation du comportement humain. Cette compréhension ne peut être réalisée que par une analyse du comportement effectuée au niveau national.

Malgré toutes les critiques qu'on a laissées entendre au sujet du réseau de transport aérien national dans les paragraphes précédents, il fonctionne remarquablement bien. Les manquements à la sécurité qui se sont traduits par des collisions graves sont heureusement peu nombreux. S'attaquer aux préoccupations relatives à la gestion comme l'ont souligné les chapitres précédents va créer indubitablement un milieu encore plus sûr. Néanmoins, il y a d'autres questions relatives à la gestion qui justifient un examen de la part de ceux qui sont responsables du réseau de transport aérien national. Toutes ces mesures ont pour but de protéger tous les utilisateurs du réseau contre un incident ou un accident graves.

10.2 Acquisition et analyse des données

Dès le début, cet examen du risque de collision aux aéroports canadiens a été entravé par une pénurie de données adéquates pour permettre une analyse objective. Le problème n'est pas nouveau. Dans une Notification d'une faille dans la sécurité de l'aviation de 1983, préparée par Transports Canada sur les conflits entre véhicules et avions, il a été recommandé que le personnel sur le terrain fournisse des renseignements détaillés

selon la forme préconisée dans le Manuel de compte rendu d'accident/incident de l'OACI, que des enquêtes soient entreprises, au besoin, sur chaque conflit véhicule-avion rapporté, et que les bureaux principaux effectuent une analyse de tous les rapports pour identifier les lacunes sous-jacentes du système national. Alors que les rapports d'incident sont plus nombreux, le problème de l'insuffisance des données persiste.

La plus grande partie des données disponibles aujourd'hui provient du Système de comptes rendus quotidiens des événements de l'aviation civile de Transports Canada. Ce système relativement nouveau a été constitué pour fournir à la haute administration une vue d'ensemble au bon moment des problèmes dans le réseau de transport aérien canadien. Il n'a pas été conçu pour fournir les données concrètes nécessaires pour la définition et la solution des problèmes. Puisque les rapports CADORS n'ont pas de format, il n'est pas possible d'acquérir régulièrement le type de données nécessaires pour permettre une analyse significative, par exemple, lorsqu'une situation conflictuelle sur une piste est rapportée par l'intermédiaire du CADORS, les données de base comme le type de licence du pilote, la visibilité, la phase de la manoeuvre, le rôle du contrôleur, etc. ne sont pas nécessairement fournies.

En outre, le système CADORS n'a pas donné de rapports uniformément détaillés de tous les risques de collision, particulièrement dans les premières années de sa mise en oeuvre. Alors que le système CADORS décrit ce qui est arrivé sous forme narrative, il n'y a pas eu de suivi régulier des faits imprévus rapportés par l'intermédiaire de ce système pour approfondir l'enquête afin de déterminer les facteurs contributifs. A moins qu'il ne soit modifié de façon draconienne, le CADORS n'est pas un système adéquat pour rassembler les données pertinentes à la compréhension du risque de collision au Canada, ni pour identifier les lacunes du système qui donnent lieu à des collisions au sol.

Les données du système de données accident-incident conservées par le BCSA fournissent des renseignements réguliers, fiables et détaillés qui sont rapportés conformément au modèle de l'OACI. Il y a eu un retard important dans l'entrée de toutes les données pertinentes, cependant, et les données sont généralement limitées aux accidents et aux incidents spécifiés qui nécessitent un rapport obligatoire selon la Loi et le Règlement sur le BCSA. Voici une intrusion typique sur une piste, incluse dans les données du BCSA:

> L'avion s'est posé sur la piste 06R et a reçu l'autorisation de rouler sur les voies de circulation "R" et "J" pour attendre à l'écart de la piste 15. Lorsque le contrôle sol a demandé la position de l'avion, on a constaté que l'avion était sur la piste 28 à l'ouest de la piste 33/15. L'avion avait traversé la piste 33 sans autorisation pendant que trois avions avaient décollé de la piste 33. Les conditions météorologiques au moment de l'incident étaient les suivantes: ciel partiellement obscurci, couvert à 200 pieds, visibilité de 1/2 mille dans le brouillard et la bruine. Le radar de surface ne fonctionnait pas au moment de l'incident.

L'enquête sur cet incident a été très peu approfondie parce qu'aucune manoeuvre d'évitement n'a été nécessaire. L'avion en question pesait moins de 5 700 kg et le risque réel de collision n'a pas été établi. Même si la base de données du BCSA comprend les données de base de ce fait imprévu (date, heure, endroit, type d'avion et immatriculation, etc.) d'autres renseignements pertinents à la compréhension du risque de collision ne sont pas déterminés, ni consignés. Par exemple, le pilote connaissait-il bien l'aérodrome? Les panneaux de l'aéroport, les balises et l'éclairage étaient-ils tous en bon ordre? Le pilote pouvait-il consulter un plan à jour de l'aérodrome? Le pilote était-il fatigué? etc.? Par conséquent, la base de données du BCSA est actuellement inadéquate pour l'analyse des facteurs contributifs de la plupart des faits imprévus qui impliquent un risque de collision.

Lorsqu'une situation conflictuelle est susceptible d'être le résultat d'une irrégularité de fonctionnement des services de la circulation aérienne, Transports Canada peut convoquer un comité d'enquête. Ce comité approfondit systématiquement les enquêtes sur des faits imprévus et en arrive à des conclusions sur la raison du conflit. Au besoin, des modifications dans la communication de services de la circulation aérienne sont mises en oeuvre. Heureusement, relativement peu de faits imprévus au sol proviennent d'irrégularités de fonctionnement des services de la circulation aérienne, et, par conséquent, peu justifient un comité d'enquête. Ce système aussi ne fournit qu'une base de données limitée pour comprendre de façon détaillée les questions reliées aux risques de collision au sol sur les aéroports canadiens.

En 1985, le BCSA a mis en oeuvre le programme de comptes rendus confidentiels sur la sécurité aérienne (CASRP). La croissance de ce système de comptes rendus volontaires a été lente. Même si 41 rapports de quasi-abordages ont été reçus depuis le début du CASRP, seulement neuf de ces rapports relevaient des conflits au sol possibles. Ainsi, à ce jour, la base de données du CASRP est trop peu importante pour fournir des données significatives qui permettent l'analyse des facteurs contributifs aux risques de collision au sol.

Reconnaissant les défauts des systèmes de données actuelles, Transports Canada développe un système de comptes rendus de faits imprévus supplémentaire pour permettre un suivi systématique de faits imprévus choisis s'étant produits sur des aéroports canadiens. Ce nouveau système peut faciliter l'analyse globale de situations conflictuelles, mais ne sera pas suffisamment détaillé pour fournir la base de cette analyse globale.

En l'absence d'une base de données adéquate pour l'analyse du risque de collision aux aéroports canadiens, on s'est fié beaucoup aux diverses analyses de données acquises par l'intermédiaire de l'Aviation Safety Reporting System (ASRS) de la NASA. Ces données proviennent de rapports soumis volontairement. De cette façon, la base de données peut ne pas être complète, car le personnel peut hésiter à rapporter un conflit embarrassant, ou peut même ne pas savoir qu'un conflit ou une intrusion non autorisée se sont produits. De plus, la base de données de l'ASRS peut présenter une certaine inclination parce que, sous la législation américaine, les pilotes peuvent rapporter volontairement des faits imprévus bien plus afin d'obtenir l'immunité contre une poursuite que pour améliorer la sécurité aéronautique. Alors que les conclusions découlant des analyses américaines peuvent ne pas s'appliquer entièrement au Canada, nous croyons que, dans de nombreux cas, elles illustrent bien la nature des problèmes qui sont vécus actuellement au Canada.

Malgré l'abondance de renseignements disponibles par l'intermédiaire du système ASRS de la NASA, les analystes américains ont régulièrement constaté des lacunes dans les bases de données disponibles. Par exemple, dans une étude réalisée en 1981 par la FAA (9), les auteurs ont conclu que "les lacunes importantes dans tous les travaux à ce jour consistent en l'absence d'une base de données adéquate qui pourrait étayer une évaluation quantitative des causes des intrusions et des correctifs proposés." Sur le même sujet, le NTSB a publié une recommandation (30) à l'effet que la FAA "développe une base de données combinée pour permettre des analyses détaillées des intrusions sur les pistes en considérant les procédures

et les facteurs humains." A l'enquête publique du BCSA sur le risque de collision le 14 mai 1986, l'Honorable Jim Burnett, président du NTSB a manifesté son empressement à participer à un échange international de données impliquant le NTSB, le BCSA, la FAA et Transports Canada de façon à faciliter les analyses systématiques de toutes les données quant aux causes génériques.

Un échange de données aussi vaste sera crucial dans le développement d'une compréhension des facteurs donnant lieu à des situations conflictuelles au sol, particulièrement dans les cas où les facteurs humains ont largement contribué aux faits imprévus. Reconnaissant le besoin d'une étude plus approfondie à cet égard, le groupe de travail 7.1.1 (Revue de l'espace aérien du Canada) a recommandé "une étude des facteurs (dont les facteurs humains) qui contribuent à la fréquence des intrusions des avions et des véhicules sur les pistes."

10.3 Système de comptes rendus

Le développement d'une base de données utile pour l'analyse des facteurs contributifs au risque de collision au sol nécessite un système efficace pour signaler toutes les données qui se rapportent à tous les faits imprévus en question. Ce système de comptes rendus n'existe pas aujourd'hui.

Le rapport sur les Etudes des communications bilingues IFR a permis de constater qu'il y avait un manque général de réactions dans le milieu aéronautique attribuable, en partie, à "l'hésitation des pilotes et des contrôleurs à signaler volontairement les erreurs, les incidents et les autres anomalies du système." Le rapport a recommandé la mise sur pied d'un système de comptes rendus volontaires, comme le CASRP, qui soit le point central de cueillette des données et de détection des tendances pour avertir le milieu aéronautique des problèmes cachés.

Comme l'ASRS de la NASA, le CASRP du BCSA constitue un véhicule approprié pour fournir volontairement les renseignements qui se rapportent aux risques de collision. Mais pour qu'il soit efficace, les pilotes, le personnel des services de la circulation aérienne (ATS) et les conducteurs de véhicule doivent être suffisamment préoccupés par la sécurité pour fournir volontairement et régulièrement ces renseignements avec confiance. Peut-être que par l'intermédiaire d'une campagne promotionnelle orientée de façon spécifique, le milieu aéronautique peut devenir suffisamment motivé pour faire du CASRP un système efficace pour utilisation dans l'analyse des questions qui se rapportent aux risques de collision.

10.4 Diffusion de l'information

Transports Canada est responsable de la diffusion de la plus grande partie de l'information nécessaire à la réduction du risque de collision. Les pilotes, les contrôleurs de la circulation aérienne, les spécialistes en information de vol et les conducteurs de véhicule ont besoin de directives, de procédures et d'explications promulgées par un organisme central. Il est impératif que toute cette information fasse l'objet d'une révision coordonnée et régulière avec pour objectif d'assurer la diffusion au bon moment de l'information la plus récente à toutes les parties concernées.

La Publication d'information aéronautique (AIP) Canada contient une abondance de renseignements essentiels pour que la circulation se fasse en toute sécurité, par exemple, des directives sur l'utilisation des fréquences obligatoires, la description des tâches des spécialistes en information de vol, des directives pour la circulation des hélicoptères aux aéroports contrôlés, etc. La diffusion de ces renseignements divers doit être encouragée; cependant, l'inclusion d'un passage dans la Publication d'information aéronautique (AIP) ou d'une remarque dans le Supplément de vol Canada chaque fois qu'un problème est identifié ne peut pas être interprétée comme diffusion adéquate d'une information cruciale. La diffusion d'un renseignement nouveau doit immanquablement être accompagnée d'un programme efficace de formation et de promotion de la sécurité.

L'un des éléments d'information les plus cruciaux fournis par Transports Canada et essentiel à une navigation au sol en toute sécurité concerne les plans d'aérodrome. Comme il a été mentionné dans les chapitres précédents, les pilotes doivent fréquemment naviguer sur des aérodromes complexes pendant les heures d'obscurité, par visibilité réduite, en se basant sur un minuscule plan d'aérodrome. Le marquage des aérodromes doit être augmenté pour permettre la navigation à l'aide de plans aussi petits, et il faut trouver des moyens pour fournir des plans pour la circulation au sol plus détaillés pour permettre aux pilotes de travailler avec cette signalisation et ce marquage tant qu'ils ne sont pas améliorés.

Au moment où les pilotes sont bombardés d'information, les contrôleurs de la circulation aérienne et les spécialistes en information de vol reçoivent continuellement des modificatifs pour leurs manuels d'exploitation respectifs et de nouvelles directives de circulation. De nouveau, la mise en oeuvre efficace de ces modifications nécessite un programme continu de formation et de promotion.

Chaque fois que la diffusion de l'information influe de façon importante sur la manière de fonctionner de l'un des principaux membres du milieu aéronautique canadien, il est impératif qu'un programme coordonné de formation soit entrepris avec les autres membres. Par exemple, comme les tâches et les priorités des spécialistes en information de vol se développent, les pilotes et les conducteurs de véhicule doivent être prévenus des nouveaux niveaux de service auxquels ils peuvent s'attendre.

10.5 Formation

Les exigences de formation pour le personnel titulaire d'une licence, tels que les contrôleurs de la circulation aérienne et les pilotes, relèvent de Transports Canada. Cependant, les autorités des aéroports locaux doivent se charger de la formation des conducteurs de véhicule qui ont accès aux aires de manoeuvre. L'OACI (17) suggère que la formation initiale de ce personnel doit inclure au minimum les sujets suivants:

- les procédures de radiotéléphonie;
- le plan d'aérodrome;
- les consignes d'aérodrome;
- les consignes d'aérodrome par visibilité réduite;
- la reconnaissance des types d'avion; et les
- consignes d'exploitation des véhicules.

Tout le personnel qui circule sur les aires de manoeuvre doit connaître à fond ce qui précède, et les niveaux appropriés de gestion doivent contrôler tout le système pour maintenir les normes les plus élevées possibles. Aucun matériel ne peut se substituer à l'observance stricte des procédures d'exploitation convenues.

Pour que tout système d'évitement de collision reste efficace, un programme cohérent de formation périodique est aussi nécessaire pour tout le personnel clé, c.-à-d., les pilotes, les contrôleurs de la circulation aérienne, les spécialistes en information de vol et les conducteurs de véhicule. En effet, à cause des variations saisonnières des conditions du milieu aux aéroports canadiens, il peut être prudent d'assurer cette formation périodique deux fois l'an; par exemple, des exposés pour le personnel clé assurés par les autorités de l'aéroport en octobre pour la circulation au sol en hiver, et en avril pour la circulation en été.

De temps à autre, les cadres du réseau de transport aérien national peuvent prévoir la nécessité d'une formation spécialisée pour des membres particuliers du milieu. Par exemple, les exploitants ont instauré des

programmes détaillés sur la gestion des moyens dans le poste de pilotage pour les pilotes, sans tenir compte du type d'aéronef ou du milieu du travail. Les cours incluent des sujets comme la conscience de la situation, la maîtrise du stress, les distractions à l'intérieur du poste de pilotage, l'utilisation et les fonctions des listes de vérification, la communication, l'évaluation de la répartition du travail et la gestion du temps, la préparation des vols et la surveillance de leur déroulement, et la reconnaissance des circonstances. L'apprentissage de la prise de décision chez les élèves-pilotes (voir chapitre 8, "Facteurs humains") est un autre exemple de formation spécialisée dont la reconnaissance officielle par les autorités est justifiée. De toute évidence, Transports Canada demande maintenant l'enseignement de techniques de surveillance efficaces pour les contrôleurs VFR et durant les cours de formation pour les licences de pilote privé et de pilote professionnel ainsi que pour les évaluations d'instructeur. La prescription de cette formation spécialisée peut devenir une partie des normes nationales pour un membre particulier du milieu aéronautique.

10.6 Promotion de la sécurité

La promotion de la sécurité est concomitante à la diffusion efficace de l'information et à la formation périodique. Les problèmes associés aux risques de collision au sol et leurs solutions peuvent être largement diffusés à l'aide de moyens de promotion de la sécurité. Les lettres, les bulletins et les affiches sur la sécurité peuvent jouer un rôle important dans le maintien de l'attention accordée à la sécurité. Transports Canada a un programme bien élaboré pour permettre cette promotion de la sécurité dans toutes les régions du Canada.

La FAA a préparé une vidéocassette pour promouvoir la vigilance chez les employés qui gèrent les aéroports et les conducteurs de véhicule; cette vidéocassette étudie (par l'intermédiaire de reconstitutions) trois scénarios d'intrusion sur une piste selon le point de vue du personnel sol. En outre, il semble que la FAA se propose aussi de préparer une autre vidéocassette pour les contrôleurs de la circulation aérienne qui vont s'instruire à partir d'exemples frappants d'intrusions sur une piste qui se sont déjà produites aux Etats-Unis.

Toute conscience accrue de la conséquence des erreurs dans l'exploitation au sol va grandement aider à diminuer le risque de collision sur les aéroports canadiens. Le groupe Revue de l'espace aérien du Canada a reconnu l'importance de la promotion de la sécurité dans la

réduction du risque de collision au sol. Le groupe de travail 7.1.1 a recommandé que "Transports Canada mette en oeuvre un programme portant sur la vigilance pour réduire le risque d'intrusion d'avions et de véhicules sur les aires de mouvement des aéroports ..."

Les programmes de sécurité des vols internes dirigés par de nombreuses compagnies privées fournissent une chance importante d'améliorer la prise de conscience des facteurs contributifs menant aux risques de collision. Les programmes de sécurité des compagnies dirigés par les agents régionaux de la sécurité aérienne de Transports Canada pourraient constituer le canal requis pour que l'information pertinente soit disponible aux compagnies ayant des programmes continus de sécurité. Transports Canada doit s'efforcer d'encourager la plus grande participation possible dans les programmes privés de sécurité des vols dirigés par des organisateurs locaux. En effet, dans certaines professions au Canada, la participation obligatoire à des programmes réguliers de sensibilisation professionnelle est considérée comme une condition pour l'obtention d'une licence. Alors que Transports Canada peut trouver cette attitude trop sévère, les compagnies d'assurances d'aviation peuvent vouloir faire correspondre des primes à la participation à des cours ou à des colloques sur la sécurité parrainés par des compagnies ou des aéroclubs.

Les colloques sur la sécurité peuvent fournir un véhicule utile visant à satisfaire les exigences relatives à la formation et à la promotion. En effet, les colloques offrent l'avantage supplémentaire de permettre un dialogue qui convient mieux à l'identification des problèmes et à la considération de correctifs appropriés. Ainsi, si les divers membres du milieu aéronautique sont bien représentés, les colloques sur la sécurité peuvent favoriser une bonne communication bidirectionnelle de l'information. Ces colloques, avec une représentation multidisciplinaire, offre peut-être la meilleure tribune pour discuter certaines des questions les plus complexes, comme l'impact des facteurs humains sur le fonctionnement des participants clés dans l'équation risque de collision.

10.7 Améliorations du système

Quelle que soit la qualité des mesures en vigueur pour éviter les collisions au sol, des révisions régulières du système de circulation au sol par les cadres sont essentielles. La mise en place d'installations et de matériel neufs et de nouvelles procédures justifient un examen plus rigoureux de la part de la gestion quant aux implications nettes des modifications proposées. Par

l'intermédiaire d'un contrôle attentif et d'enquêtes régulières sur la sécurité dans les aéroports, la gestion peut faciliter la mise en oeuvre de toute modification, et peut aussi identifier les points pouvant présenter des problèmes et qui nécessitent des correctifs. Les modifications dans le nombre des mouvements d'avion à un aéroport, la fréquence de situations conflictuelles au sol dans des circonstances particulières, les embouteillages ou l'encombrement des fréquences peuvent tous suggérer la nécessité d'une intervention de la part des cadres. En dépit de tout système de contrôle national, il incombe à tous les directeurs d'aéroports d'entreprendre régulièrement des révisions systématiques de l'exploitation au sol. A cette fin, les comités locaux auxquels participent des exploitants des services au sol locaux, des contrôleurs de la circulation aérienne et des conducteurs de véhicule tout comme le personnel de l'aéroport, peuvent contribuer à identifier tôt les améliorations nécessaires.

10.8 Observations

Dans les chapitres précédents, de nombreuses observations, concernant les cadres et visant à diminuer le risque de collision aux aéroports canadiens, ont été soulevées. Les observations supplémentaires suivantes sont offertes comme moyens supplémentaires de réduire le risque de collision grâce à l'action des cadres:

a. Les cadres supérieurs du transport aérien national doivent continuer à avoir un point de vue directorial des politiques, des critères et des normes, des procédures et des antécédents des faits imprévus de façon à fournir un réseau cohérent de circulation au sol qui se fasse en toute sécurité.

b. Un système de comptes rendus national amélioré, sinon neuf, est nécessaire pour obtenir de façon détaillée les facteurs contributifs de tous les faits imprévus qui impliquent un risque de collision au sol sur les aéroports canadiens.

c. Pour obtenir une compréhension adéquate des facteurs qui contribuent au risque de collision, des efforts de coopération sont nécessaires sur le plan international, dont l'échange de données internes, et peut-être une recherche internationale sur les facteurs humains qui sont à l'origine des situations conflictuelles sur les aérodromes.

d. Le Canada doit continuer à participer à des tribunes internationales comme celles de l'OACI pour l'élaboration et l'adoption de normes et de procédures internationales.

e. Le programme de comptes rendus confidentiels sur la sécurité aérienne du BCSA peut offrir un moyen viable d'augmenter les données disponibles sur le risque de collision au sol.

f. La promulgation au bon moment de toute l'information relative à la circulation au sol, accompagnée d'un programme efficace de formation et de promotion de la sécurité, est essentielle pour la sécurité au sol.

g. Un programme rigoureux de surveillance par les cadres au niveau local est nécessaire pour s'assurer que tout le personnel qui circule au sol aux aéroports canadiens soit formé d'abord aux niveaux requis, et qu'il continue à maintenir les normes les plus élevées possibles.

h. Les lacunes relatives à la sécurité mentionnées dans le présent rapport pourraient, pour la plupart, être réduites par l'intermédiaire d'un programme concerté de sensibilisation à la sécurité visant tout le personnel impliqué dans la circulation au sol.

CHAPITRE 11

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

11.1 Généralités

Le réseau canadien des transports aériens est vaste et complexe. Il dessert des communautés éloignées possédant des aérodromes relativement simples qui ont peu de mouvements, et des régions entières ayant des aéroports internationaux importants et la circulation élevée concomitante. Le niveau d'aptitudes et de connaissances des pilotes qui utilisent ces installations varie grandement, de même que le niveau des services fournis.

Les aéroports canadiens font immanquablement face à des conditions climatologiques extrêmes et à tous les problèmes de maintenance et de soutien connexes. La probabilité qu'il y ait des conflits avions-avions ou avions-véhicules pourrait donc être élevée. Toutefois la fréquence des collisions au sol impliquant des avions ou des avions et des véhicules aux aéroports canadiens est relativement faible.

Depuis 1976, il y a eu 29 de ces accidents au sol dans des aéroports desservis par une tour de contrôle ou une station d'information de vol, et il n'y a pas eu de victimes; 14 de ces accidents étaient dus à une collision avec un avion stationné. Les pratiques et procédures en place pour le contrôle et la circulation d'avions et de véhicules sur les aérodromes canadiens semblent réussir remarquablement bien, puisqu'il n'y a pas eu de collisions au sol ayant des proportions catastrophiques pendant les 10 dernières années au Canada.

Que le réseau canadien des transports aériens ait eu autant de succès dans la façon de contrôler la circulation des avions et des véhicules au sol peut bien être attribuable à la largeur d'esprit avec laquelle la critique constructive est reçue au Canada. L'innovation, tempérée par le pragmatisme, a été l'empreinte qui a permis de solutionner les problèmes dans l'amélioration de notre réseau de transport.

La présente enquête spéciale sur le risque de collision entre des avions circulant au sol ou près du sol dans les aéroports civils canadiens a mis en lumière un effet combiné extrêmement complexe des facteurs qui peuvent créer des situations menant à des collisions. Alors que les données sur les accidents au Canada sont bonnes, de

fréquentes détériorations dans l'application des règles de sécurité soulignent la nécessité d'apporter davantage d'améliorations dans tout le réseau. Les recommandations pour réaliser ces améliorations dans le réseau sont décrites plus loin dans le présent chapitre.

Bien qu'il y ait des preuves grandissantes qu'il y a un risque réel de collision grave au sol ou près du sol dans les aéroports civils canadiens, l'ampleur de ce risque n'a pas été réalisée complètement jusqu'à tout récemment. Par conséquent, au Canada, il y a eu peu d'examens détaillés de cette situation virtuellement dangereuse. Alors que le nombre réel de collisions au sol a été plutôt bas, le nombre de conflits avions-avions et avions-véhicules rapportés au Canada est à un niveau suffisamment important pour justifier des inquiétudes graves quant à la sécurité. L'enquête publique du BCSA sur les risques de collision entre des avions circulant au sol ou près du sol dans les aéroports civils canadiens, tenue en mai 1986, a mis en lumière la diversité des facteurs qui peuvent contribuer à un risque de collision.

Lorsqu'on considère les innombrables facteurs contributifs, il peut sembler que les marges de sécurité souhaitées pour la circulation aérienne n'ont pas été recherchées pour la circulation au sol aux aéroports canadiens. Même s'il y a eu une certaine évolution dans les procédures au sol, un grand nombre de façons de circuler au sol et de nombreuses installations sont restées inchangées pendant des décennies, en dépit de la très grande augmentation de la circulation et de la fréquence des manoeuvres par visibilité réduite que permet maintenant la technologie. En outre, il y a actuellement une disparité d'ordonnances, de règlements, de normes d'aérodrome et de manuels d'exploitation, de bulletins de renseignements, de directives sur la circulation, etc. Ces derniers ne sont pas toujours coordonnés de façon à être considérés comme partie d'un système cohérent.

Les preuves présentées au cours de l'enquête publique du BCSA sur le risque de collision ont attiré l'attention sur de nombreuses lacunes entre ce qui est demandé et ce qui est effectué. Puisque la matrice des facteurs qui contribuent aux risques de collision est tellement complexe, toute amélioration nécessite une façon coordonnée et multidisciplinaire d'aborder la résolution des problèmes et la mise en oeuvre des solutions. Cette coordination devient même plus cruciale à cause du partage actuel des responsabilités à Transports Canada entre le groupe aviation et le groupe de gestion des aéroports.

Les problèmes devant lesquels se trouve le Canada en ce qui concerne le risque de collision au sol ne sont pas uniques. Des problèmes semblables se rencontrent partout dans le monde, particulièrement aux Etats-Unis. Même s'il y a des différences entre les réseaux d'aviation canadien et américain, le Canada peut bénéficier grandement de la recherche considérable qui a déjà été effectuée aux Etats-Unis sur les questions portant sur l'évitement des collisions pendant la circulation au sol.

L'expérience vécue au Canada et aux Etats-Unis montre un éventail très large de facteurs dans le cas des faits imprévus déjà examinés et responsables de risques de conflit au sol. Le comportement humain inattendu est de loin l'aspect qui revient le plus souvent dans ces faits imprévus. Un système plus sûr doit alors être basé sur une compréhension plus complète des facteurs humains qui influent sur le fonctionnement des personnes dans le système. Alors que certaines modifications du comportement peuvent être possibles, il est plus probable que des perfectionnements apportés aux systèmes et aux procédures d'aéroport et de contrôle de la circulation aérienne, qui tiennent pleinement compte des limites humaines, offrent une plus grande possibilité d'atteindre les niveaux voulus de sécurité.

La réalisation de l'équilibre requis entre la modification du comportement et l'amélioration du matériel d'aéroport, des installations et des procédures sera difficile. En considérant cet équilibre dans le contexte du contrôle de la circulation aérienne, Bellantoni et Kodis (9) ont tiré les conclusions suivantes:

> "Les défaillances occasionnelles des éléments humains dans le système de contrôle de la circulation aérienne sont inévitables. Une grave question se pose alors d'elle-même: la fiabilité du système est-elle améliorée plus facilement par l'amélioration de la fiabilité de l'élément humain ou par l'addition d'éléments parallèles? La question, et ses réponses, influent sur tout le système de contrôle de la circulation aérienne aussi bien que sur le contrôle de la circulation au sol. Les réponses dépendent de la proximité des limites du fonctionnement humain au niveau de laquelle le contrôleur travaille actuellement dans n'importe quelle circonstance donnée. Le coût d'éléments ou de procédures redondants et leurs effets sur la quantité des messages doit être considéré aussi... A partir de telles analyses (rentabilité), il peut être possible de

> déterminer, sur une base statistique importante, si les correctifs efficaces se trouvent dans le sens du fonctionnement amélioré des contrôleurs, des procédures modifiées, des procédures redontantes, de matériel neuf, ou d'autres propositions qui peuvent être soulevées. En l'absence de telles analyses et évaluations, les seules lignes de conduite disponibles semblent être d'essayer toutes les suggestions raisonnables ou de choisir des correctifs basés sur l'intuition, les deux pouvant se révéler inefficaces."

Même si Bellantoni et Kodis s'attaquaient aux éléments humains du contrôle de la circulation aérienne, leurs observations s'appliquent également quand il s'agit d'envisager des mesures correctives qui font jouer un rôle au personnel clé quel qu'il soit dans l'équation du risque de collision.

11.2 Système idéal

Le système idéal pour réduire le risque de collision impliquant des avions ou des avions et des véhicules suit plusieurs principes fondamentaux.

a. Empêcher les entrées non autorisées sur l'aire de mouvement.

b. Limiter davantage le trafic qui est autorisé à pénétrer dans l'aire de manoeuvre.

c. Protéger les pistes à l'aide de marques standard, de panneaux éclairés, etc., à tous les points d'accès aux pistes, et avec des dispositifs de détection d'intrusion sur piste plus perfectionnés chaque fois que les conditions dominantes de circulation et de visibilité le justifient.

d. Donner des directives fermes sous forme de normes et de critères uniformes, etc., applicables à toutes les procédures mises en oeuvre localement.

e. Suivre la phraséologie et les consignes standard applicables à tous les types de circulation au sol ou près du sol à l'aérodrome.

f. Séparer la circulation des avions et des véhicules autant que possible.

g. Pendant la formation des pilotes et pendant les périodes de formation périodique et les campagnes sur la sécurité, promouvoir les qualités requises de l'aviateur pour permettre que la circulation au sol se fasse en toute sécurité.

h. Mettre en vigueur un programme rigoureux de formation et d'habilitation pour tous les conducteurs de véhicule autorisés à circuler sur les aires de mouvement, pour s'assurer de leur niveau de connaissances, de compétence et de discipline.

i. Simplifier les cheminements sur l'aéroport pour réduire au minimum les points où il y a risque de conflit et pour faciliter la navigation au sol par visibilité réduite.

j. Informer tout le personnel associé à la circulation au sol de l'impact des facteurs humains sur leurs propres limites.

k. Mettre en oeuvre des procédures particulières aux lieux (basées sur des nationales) pour les pistes multiples ou les pistes sécantes, la circulation intense, la visibilité réduite, les hélicoptères, etc.

l. Promouvoir de saines pratiques pour permettre une communication efficace de l'information essentielle pour que la circulation au sol se fasse en toute sécurité.

m. Adopter une façon d'aborder la sécurité au sol à l'intérieur du système qui inclut une réaction sur l'efficacité de ce dernier (p. ex. rapport détaillé des faits imprévus, analyses systématiques et suivi).

11.3 Mesures prises

Au cours de la présente enquête spéciale, il est apparu que Transports Canada a pris ou est en voie de prendre des précautions supplémentaires qui vont réduire le risque de collision entre des avions au sol ou entre des avions et des véhicules. Des exemples de ces mesures sont soulignées dans les alinéas suivants.

11.3.1 Procédures pour les pilotes

Des lignes directrices pour l'utilisation des fréquences obligatoires, compatibles avec les révisions proposées de l'ONA n° 34, de la série V, ont été publiées dans la Publication d'information aéronautique (AIP) Canada. Une application soutenue de ces lignes directrices doit

réduire les situations conflictuelles aux aéroports non contrôlés. En outre, l'information se rapportant à la réduction du risque de collision au sol est maintenant à la disposition des pilotes; par exemple, les critères appliqués pour l'utilisation simultanée de pistes qui se coupent et la langue dans laquelle l'information de vol est offerte sont promulgués pour consultation par les pilotes dans la Publication d'information aéronautique (AIP) Canada. L'AIP a également été modifié pour renforcer la protection des pistes en service et la prévention des intrusions sur les pistes en demandant le collationnement d'une instruction d'attente ou d'attente à l'écart. On insiste aussi sur les techniques de surveillance visuelle pendant la formation des pilotes privés et professionnels et pour l'évaluation des instructeurs. De plus, la mise en oeuvre prochaine du programme de formation des pilotes à la prise de décision doit aussi faciliter le développement chez les pilotes d'attitudes compatibles avec l'exécution en toute sécurité des manoeuvres au sol.

11.3.2 Contrôle de la circulation aérienne

La mise en place prévue de radars de surface (ASDE) dans six des aéroports les plus fréquentés au Canada doit améliorer la marge de sécurité relativement à la circulation au sol. A l'aéroport international Lester B. Pearson de Toronto, deux postes de contrôle au sol ont été établis pour faire face à la circulation intense au sol. Transports Canada révise aussi l'à-propos de la phraséologie du contrôle de la circulation aérienne sur une base continue dans le but de réduire davantage l'ambiguïté et la confusion. En outre, l'ordonnance sur les communications obligatoires (ONA, Série V, No. 34) à été signée par le ministre des Transports le 15 juillet 1987. Cette ordonnance établit légalement les procédures obligatoires à utiliser dans les aéroports non contrôlés.

11.3.3 Exploitation des véhicules

Transports Canada révise actuellement le TP2633, Directives de circulation pour l'exploitation de véhicules sur les aires de mouvement aux aéroports. En outre, le Ministère espère mettre en oeuvre un système révisé de permis d'exploitation de véhicules côté piste (AVOP) en 1987. Divers niveaux de services consultatifs véhicule ont été mis en oeuvre à des stations d'information de vol (FSS) avec et sans personnel (ou éloignées) comme l'a recommandé M. le juge Dubin dans le Rapport de la commission d'enquête sur la sécurité aérienne. Aussi, le Ministère souscrit à un programme de familiarisation mutuelle entre les spécialistes d'information de vol et les conducteurs de véhicule côté piste aux aéroports non contrôlés, et poursuit ses

efforts pour atténuer les niveaux de bruit ambiant dans le matériel lourd côté piste possédé et exploité par Transports Canada.

11.3.4 Installations et matériel d'aérodrome

Transports Canada s'est engagé à améliorer tous les panneaux et toutes les marques d'aéroport conformément aux normes de l'OACI avant 1995; des améliorations ont déjà été apportées à l'aéroport international Lester B. Pearson à Toronto. En outre, des feux latéraux unidirectionnels ont été placés sur les voies de de circulation à sens unique de cet aéroport, et des feux jaunes à commutation sélective et des feux de circulation rouges-verts pour véhicules ont été installés à titre d'essai. Des essais sont effectués à trois aéroports canadiens sur un nouveau système de feux d'approche VFR, appelé ODALS (balises lumineuses d'approche omnidirectionnelles). Finalement, le Ministère est en voie de supprimer les angles morts de 15 stations d'information de vol (FSS), et a révisé les critères de création et de suppression des services de contrôle aux aéroports et des services d'information de vol, comme l'a recommandé M. le juge Dubin.

11.4 Autres mesures nécessaires

Chaque chapitre du présent rapport se termine par un ensemble d'observations sur les lacunes de la sécurité et les mesures correctives éventuelles identifiées dans ce chapitre. Certaines ont été mises en valeur dans la section précédente sur les mesures prises. Plusieurs des observations sur la sécurité se sont chevauchées d'un chapitre à l'autre, créant des thèmes répétitifs. Plusieurs recommandations sur les mesures de sécurité à prendre sont énoncées ci-dessous en ce qui concerne les secteurs les plus critiques.

11.4.1 Visibilité

Lorsque les circonstances sont réunies pour créer une situation qui peut être conflictuelle, une manoeuvre d'évitement ne peut être amorcée que lorsque le conflit est perçu par les personnes suivantes: le pilote, le contrôleur de la circulation aérienne, le conducteur de véhicule, et même le spécialiste d'information de vol. L'exécution du principe "voir pour éviter" est basé sur une bonne visibilité. La clé alors permettant d'éviter une collision est la vision nette d'une situation en évolution. Plusieurs possibilités permettent d'améliorer l'efficacité de la vue pour éviter des collisions:

a. Suppression des angles morts. Pour que la surveillance du personnel de l'ATS et celle des pilotes et conducteurs de véhicule soient effectivement redondantes, il est essentiel d'éliminer les angles morts des tours de contrôle et des stations d'information de vol pour bien voir sur toutes les aires de manoeuvre. En dépit des efforts soutenus de Transports Canada pour réduire les problèmes liés aux angles morts, la visibilité est réduite sur de nombreux aéroports canadiens. Il est donc recommandé que:

> le ministère des Transports renforce et accélère ses efforts pour réduire les obstacles à la visibilité dans les tours de contrôle et les stations d'information de vol de Transports Canada.
>
> BCSA 87-17

b. Techniques de surveillance extérieure. En l'absence d'angles morts, une vision efficace pour détecter des situations en voie de devenir conflictuelles nécessite le recours répété à des techniques de surveillance extérieure efficaces. Bien que Transports Canada ait récement insisté davantage sur l'enseignement de ces techniques auprès des pilotes et des contrôleurs de la circulation aérienne VFR, le Bureau est d'avis qu'elles ne sont pas appliquées efficacement par les pilotes, le personnel des services de la circulation aérienne et les conducteurs de véhicule, de façon systématique et quotidienne. Il est donc recommandé que:

> le ministère des Transports mette en place un programme complet visant à enseigner et à encourager la pratique de techniques de surveillance plus efficaces par tout le personnel appelé à travailler dans les aires de manoeuvre.
>
> BCSA 87-18

c. Visibilité des avions et des véhicules. L'aptitude consistant à déceler des avions et des véhicules circulant sur des aires de manoeuvre ou près de ces aires peut être améliorée d'une façon significative par des mesures qui permettent d'augmenter leur visibilité lorsqu'ils sont vus à partir d'un poste de pilotage, d'une tour de contrôle, d'une station d'information de vol ou d'une cabine de véhicule. Des circuits d'éclairage appropriés sont particulièrement efficaces à cet égard. Il est donc recommandé que:

après toute autre recherche qui s'avère nécessaire, le ministère des Transports prennent les mesures requises pour augmenter la visibilité des avions et des véhicules qui circulent au sol ou près du sol, en modifiant les pratiques actuelles de circulation et, là où c'est nécessaire, les exigences relatives à l'équipement pour les avions et les véhicules.

BCSA 87-19

d. Effet de "bleu uniforme". L'effet de "bleu uniforme" causé par le dédale des feux bleus latéraux des voies de circulation crée de la confusion qui empêche une navigation au sol en toute sécurité, particulièrement pour ceux qui ne sont pas familiers avec un plan complexe d'aéroport la nuit. Plusieurs mesures sont disponibles pour réduire cet effet nuisible, comme le masquage directionnel des feux bleus latéraux, l'allumage sélectif des seuls feux latéraux essentiels de voies de circulation, l'alternance des feux latéraux bleus et jaunes de voies de circulation près des entrées et des sorties de piste, etc. Le Bureau est d'avis que les méthodes traditionnelles pour marquer les voies de circulation pour la navigation au sol, la nuit, doivent être modifiées pour faire face au plan complexe des aérodromes, à la circulation intense et à la circulation par visibilité réduite dans les aéroports importants aujourd'hui. Un programme détaillé pour réduire l'effet de "bleu uniforme" aux aéroports les plus grands et les plus fréquentés au Canada est nécessaire. Il est donc recommandé que:

le ministère des Transports mette en place un programme complet pour réduire l'effet de "bleu uniforme" dans les aéroports canadiens les plus importants et les plus fréquentés, et avise au besoin l'OACI de tous les écarts par rapport aux normes.

BCSA 87-20

e. Radar de surface (ASDE). La navigation au sol, pour qu'elle se fasse en toute sécurité, nécessite des mesures redondantes pour détecter les situations conflictuelles en puissance. Lorsque la visibilité n'est pas réduite, cette redondance est assurée par la vue des pilotes, du personnel des services de la circulation aérienne et des conducteurs de véhicule qui travaillent les uns avec les autres. Lorsque la

visibilité est réduite, les erreurs commises par d'autres personnes peuvent ne pas être vues. Le radar de surface est un outil de grande valeur pour les contrôleurs des aéroports les plus fréquentés au Canada lorsque la visibilité est réduite. Cependant, sans la possibilité de différencier des avions ou des véhicules spécifiques, sans la possibilité d'identifier des cibles particulières sans autre procédure, on ne peut bénéficier de toute la possibilité de l'ASDE de réduire les risques de collision au sol.

Il est donc recommandé que:

> le ministère des Transports étudie l'addition d'une possibilité d'identification positive de l'équipement ASDE qui est actuellement installé dans les grands aéroports canadiens.

BCSA 87-21

11.4.2 Communication de l'information

L'information dynamique (c.-à-d., les autorisations, l'information relative à l'évitement d'avions et de véhicules, la modification de l'état des installations, etc.) est communiquée presque exclusivement par radiotéléphone. Dans la mesure où ce processus de communication de l'information est efficace, de nombreuses situations conflictuelles en puissance qui ne sont pas détectées visuellement peuvent l'être oralement. Les pilotes et les conducteurs de véhicule doivent apprendre que le système auditif est un auxiliaire utile de la vue car il maintient une image à jour de la situation actuelle de la circulation. Plusieurs mesures peuvent être prises pour améliorer la communication de l'information.

a. Procédures du contrôle de la circulation aérienne. Le moment et la façon dont une information particulière est communiquée peuvent déterminer l'efficacité du processus de communication. La délivrance d'une longue autorisation IFR à un avion en train de rouler sur un aérodrome complexe par visibilité marginale crée une condition favorable à la confusion dans la navigation au sol. De la même façon, la communication d'instructions cruciales de roulage à un avion pendant qu'il roule à grande vitesse après l'atterrissage peut être manquée parce que l'attention de l'équipage est accaparée par des tâches plus prioritaires à ce moment-là. Donner une autorisation ou une instruction à un avion, sans vérifier sa position actuelle, peut contribuer à un

risque de collision. Selon la situation, l'utilisation de termes comme "rapidement" ou "immédiatement" peut créer un état psychologique injustifié de hâte, menant à une action précipitée. L'effet de ces exemples nuit à la communication voulue de l'information et doit être réduit au minimum. Il est recommandé que:

> le ministère des Transports réexamine la justesse du moment et du choix des termes de toutes les procédures de contrôle de la circulation aérienne pour maximiser l'efficacité de la communication de l'information et réduire ainsi le risque de collision.

BCSA 87-22

b. Coordination dans la tour. Normalement, les aéronefs sur les aires de manoeuvre des aéroports contrôlés reçoivent leurs instructions de deux contrôleurs: le contrôleur sol, pour la plupart des déplacements au sol; et le contrôleur d'aéroport pour les déplacements en fonction d'une piste en service. L'inefficacité de la coordination des opérations entre ces contrôleurs a été cause de plusieurs incidents et accidents. Ce manque de coordination peut être attribué à de mauvaises procédures ou à l'utilisation de communications non verbales dans le processus de coordination, ce qui conduit à des suppositions erronées. Une autorisation indue d'accès sur une piste en service peut présenter les mêmes risques de collision qu'une intrusion non autorisée. Il est donc recommandé que:

> le ministère des Transports réexamine la validité des procédures en ce qui concerne l'efficacité de la coordination à l'intérieur de la tour et entre les contrôleurs sol et les contrôleurs d'aéroport.

BCSA 87-23

c. Phraséologie. L'utilisation d'une phraséologie standard est aussi cruciale que celle de procédures correctes pour permettre une communication efficace de l'information. L'utilisation d'une phraséologie non standard, sans débit ou articulation soignées, a un effet nuisible sur la compréhension de la personne qui écoute. Les pilotes et les conducteurs de véhicule inexpérimentés sont particulièrement vulnérables à cet égard. Pour les aider, les instructions doivent être réduites au minimum

essentiel dans une phraséologie aussi concise que possible. Etant donné l'impact de la phraséologie sur la compréhension, il est recommandé que:

le ministère des Transports:

a: continue à améliorer la phraséologie ATC actuelle pour réduire l'ambiguïté ou la confusion inhérente; et

b: entreprenne une campagne nationale pour promouvoir l'utilisation d'une phraséologie standard par tous les pilotes, le personnel des services de contrôle de la circulation aérienne et les constructeurs de véhicules.

BCSA 87-24

d. Collationnement obligatoire. La communication de l'information est un processus; comme tel, il nécessite une réaction pour déterminer que le processus fonctionne de façon satisfaisante. Dans des conversations face-à-face, l'émetteur du message peut confirmer que le message a été compris en évaluant visuellement le récepteur. Les procédures de radiotéléphonie nécessitent le collationnement des instructions pour confirmer la réception précise de l'information communiquée. Les Règlements de l'air et services de la circulation aérienne de l'OACI (PANS-RAC)(18) stipulent que "toutes les autorisations de pénétrer, d'atterrir, de décoller, de traverser une piste en service et de la remonter doit faire l'objet d'un collationnement." Actuellement, il n'est pas exigé de collationner toutes ces instructions au Canada. Même lorsque ces instructions sont collationnées avec soin, la communication efficace de l'information nécessite la confirmation par la source de l'autorisation quant à l'exactitude du collationnement. Puisque des autorisations mal comprises mènent à la création de situations conflictuelles au sol, il est recommandé que:

le ministère des Transports:

a: exige que les pilotes et les conducteurs de véhicule donnent un collationnement textuel de toutes les instructions d'entrée, de sortie ou d'attente à l'écart d'une piste en service; et

b: que tout le personnel des services de la circulation aérienne soit informé de la nécessité d'écouter attentivement les collationnements d'autorisation de façon à déceler des erreurs.

BCSA 87-25

e. Bruit. Le bruit de fond dans le poste de pilotage, dans la cabine des véhicules et dans la cabine de la tour de contrôle, nuit à la communication de l'information. Les effets nuisibles comprennent la distraction, le masquage de sons particuliers, la fatigue et en fin de compte la surdité permanente. Puisque des mesures pratiques sont disponibles pour réduire les effets nuisibles du bruit sur le processus de communication de l'information, il est recommandé que:

le ministère des Transports:

a: encourage le port de casques d'écoute par les pilotes, les conducteurs de véhicule et le personnel des services de la circulation aérienne au cours des phases de fonctionnement où le bruit peut gêner la communication efficace de renseignements cruciaux se rapportant aux mouvements au sol; et

b: encourage l'utilisation d'interphones pour les communications à l'intérieur du poste de pilotage des avions légers.

BCSA 87-26

f. Indicatifs d'appel. Puisque les communications par radiotéléphonie actuelles peuvent être entendues par toutes les personnes dont les appareils sont accordés sur une fréquence particulière, il est impératif que les instructions soient correctement adressées. L'attribution inappropriée d'un indicatif d'appel où l'abrégement des indicatifs d'appel peut se traduire par des indicatifs d'appels erronés; dans un tel cas, un avion ou un véhicule peut exécuter par erreur des instructions destinées à un autre, permettant ainsi la création d'une situation conflictuelle. Il est recommandé que:

le ministère des Transports:

a: encourage chez tous les membres du milieu aéronautique l'utilisation d'indicatifs d'appel complets chaque fois qu'il y a un risque d'ambiguïté; et

b: mette en oeuvre, une méthode d'attribution d'indicatifs d'appel discrets et non équivoques, particulièrement pour les véhicules circulant sur les aires de manoeuvre.

BCSA 87-27

g. Encombrement des fréquences. Les communications manquées sont de loin plus probables au cours des périodes occupées lorsque les fréquences sol sont encombrées. Dans ces conditions, les indicatifs d'appel sont fréquemment manqués, les collationnements ne sont pas vérifiés et la clarification n'est pas demandée lorsque c'est nécessaire. On peut réduire l'encombrement des fréquences au minimum en utilisant la radiotéléphonie avec discipline et en communiquant l'information non essentielle au contrôle sol par d'autres moyens, en divisant les responsabilités du contrôleur sol, et peut-être en incorporant des dispositifs de blocage électronique pour empêcher les émissions de messages vocaux simultanées. Il est recommandé que:

le ministère des Transports prenne les mesures nécessaires pour diminuer l'encombrement des fréquences sol, particulièrement aux aéroports les plus fréquentés au Canada.

BCSA 87-28

11.4.3 Formation des pilotes

Des manoeuvres effectuées par des pilotes ont mené à une proportion importante des conflits qui se sont produits entre des avions au sol ou entre des avions et des véhicules. Qu'ils soient responsables ou non de la création d'une situation conflictuelle, les pilotes ont fréquemment la dernière chance d'effectuer une manoeuvre d'évitement pour qu'il n'y ait pas de conflit. Si les pilotes sont appliqués dans l'exécution des pratiques associées aux qualités requises de l'aviateur, le risque que de nombreuses situations conflictuelles se produisent

pourrait être évité. Par exemple, les pratiques médiocres suivantes des pilotes contribuent à de nombreux risques de collision:

a) mauvaise planification des opérations au sol avant le vol;

b) utilisation d'une phraséologie non standard et d'une mauvaise discipline radio;

c) vitesse de roulage non appropriée à l'arrivée près d'une piste pour la traverser ou pour décoller;

d) demande d'une autorisation pour pénétrer sur une piste ou pour la traverser avant d'être prêt;

e) non-communication au contrôleur sol de la position actuelle de l'avion;

f) ne pas rester à absence d'écoute de la fréquence assignée par le contrôle de la circulation aérienne au sol;

g) manque d'appréciation du rôle des services consultatifs par rapport aux instructions du contrôleur;

h) non-communication de l'heure estimée d'atterrissage aux aéroports non contrôlés, etc.

Des détériorations dans la coopération de l'équipage et des erreurs de jugement du pilote contribuent aussi au risque de situations conflictuelles au sol. De nombreux problèmes déjà cités peuvent être réduits par une formation améliorée des pilotes. Il est donc recommandé que:

le ministère des Transports:

a: entreprenne une campagne nationale sur la sécurité pour promouvoir la pratique des qualités de base requises pour tous les pilotes pendant les manoeuvres au sol;

b: revoie le contenu du cours de formation de base des pilotes, la formation des pilotes à la prise de décision, la formation sur la gestion des moyens dans le poste de pilotage, etc., avec, comme objectif, de mettre davantage l'accent sur des procédures de circulation au sol plus sûres.

11.4.4 Exploitation des véhicules

Les véhicules ont été impliqués dans 140 des 276 faits rapportés où il y a eu un risque de collision en 1985. Sur 199 faits imprévus où il y a eu un risque de conflit, 91 mettaient en cause des véhicules, c'est-à-dire dans près de la moitié de toutes les situations conflictuelles. La fréquence des faits imprévus impliquant des véhicules sur des aires de manoeuvre d'aérodrome soulève sérieusement la question de la suffisance des contrôles existants et de la discipline exercée dans l'exploitation des véhicules.

a. Consignes de circulation sur les aéroports. Les consignes actuelles de circulation sur les aéroports promulguées par Transports Canada délèguent une bonne partie de la responsabilité aux autorités locales, créant de cette façon une grande diversité au Canada en ce qui concerne le contrôle exercé sur l'exploitation des véhicules. Un système national ferme de consignes de circulation sur les aéroports pour l'exploitation des véhicules est nécessaire, compte tenu du fait que Transports Canada est actuellement en train de remanier le TP2633 (Directives de circulation pour l'exploitation de véhicules sur les aires de mouvement aux aéroports), il est recommandé que:

le ministère des Transports:

a: mette en place des normes nationales renforcées pour les directives de circulation dans les aéroports le plus vite possible;

b: s'assure que les directeurs d'aéroport ont l'autorité nécessaire pour mettre en vigueur les directives nationales pour les aéroports;

c: exige que tous les aéroports détenteurs d'un permis qui n'appartiennent pas à Transports Canada et qui ne sont pas exploités par ce ministère, respectent strictement ces normes nationales sur les directives de circulation dans les aéroports.

BCSA 87-30

b. Système de permis d'exploitation de véhicules côté piste (AVOP). Le contrôle efficace des véhicules est basé sur un système normalisé d'habilitation des

conducteurs de véhicule côté piste. Cette habilitation doit être compatible avec les normes nationales, et, d'un autre côté, doit satisfaire les besoins particuliers de l'aéroport. Les conducteurs de véhicule doivent recevoir une formation initiale et périodique et une validation de cette formation, qui différencie les conducteurs qui sont autorisés à circuler sur les aires de manoeuvre d'aérodrome de ceux qui ne sont autorisés à circuler que sur les aires de trafic. Reconnaissant que Transports Canada est actuellement en train de réviser son système de permis d'exploitation de véhicules côté piste (AVOP), et constatant la grande diversité dans les procédures de certification pour les conducteurs de véhicule au Canada aujourd'hui, il est recommandé que:

le ministère des Transports:

a: accélère la mise en oeuvre du système AVOP renforcé aux aérodromes possédés et exploités par Transports Canada;

b: exige que des mesures équivalentes pour la formation et la certification AVOP soient mises en oeuvre aux aéroports non possédés ni exploités par Transports Canada.

BCSA 87-31

c. Formation pour la prise de décision pour les opérations au sol. Transports Canada a mis au point un programme de formation sur la prise de décision pour tous les pilotes canadiens en formation. Ce programme présente la possibilité d'améliorer l'attitude des nouveaux pilotes en ce qui concerne la sécurité et le jugement. Actuellement, il n'y a pas de programme équivalent pour l'attitude face aux risques des conducteurs de véhicule sur les aires de manoeuvre. Il est donc recommandé que:

le ministère des Transports étudie la possibilité d'adapter le programme de prise de décision des pilotes au système de permis de conducteur de véhicule d'aéroport.

BCSA 87-32

11.4.5 Procédures particulières à l'aéroport

Quatorze aéroports ayant plus de 100 000 mouvements d'avions comptent pour plus de la moitié des faits imprévus rapportés impliquant le risque de collision au

sol en 1985. Alors que les progrès réalisés sur le plan technologique comme sur le plan des procédures ont considérablement amélioré la sécurité en vol, des améliorations semblables sur les plans de la technologie et des procédures n'ont pas été réalisées au niveau de l'exploitation au sol. L'augmentation du volume du trafic aérien nécessite l'utilisation simultanée de pistes multiples ou de pistes sécantes. L'exploitation par visibilité de plus en plus réduite, et l'introduction de l'exploitation régulière d'hélicoptères sur des bases aériennes importantes pour aéronefs à voilure fixe, ont augmenté de façon importante le risque de collision aux aéroports les plus fréquentés au Canada. Des procédures de contrôle de la circulation aérienne modifiées, s'appuyant sur des normes nationales reconnues, particulières au lieu, sont nécessaires à ces aéroports.

a. Procédures par visibilité réduite. A mesure que la visibilité diminue, il devient de plus en plus difficile pour les pilotes et les conducteurs de véhicule de confirmer visuellement le passage en toute sécurité droit devant. Lorsque la visibilité est réduite à moins de 400 mètres, la navigation au sol devient de plus en plus difficile. Des mesures extraordinaires sont justifiées pour assurer l'espacement sécuritaire nécessaire des avions et des véhicules et pour faciliter la navigation au sol. Le Manuel des systèmes de guidage et de contrôle de la circulation de surface de l'OACI prescrit des mesures pour une circulation par visibilité si réduite. Celles-ci comprennent entre autres choses des restrictions concernant les mouvements des véhicules et des avions dans des conditions de visibilité spécifiées, des exigences spéciales de formation, des installations au sol supplémentaires pour faciliter la navigation au sol et le contrôle intégral qui s'y rattache, la mise en place de dispositifs de détection de présence sur la piste. Ainsi, pour compenser le manque de confirmation visuelle de conditions sûres par les contrôleurs de la circulation aérienne pendant les périodes de visibilité réduite, il est recommandé que:

> le ministère des Transports mette en oeuvre des procédures particulières à l'aéroport, applicables dans des conditions de visibilité réduite spécifiées, particulièrement aux aéroports les plus fréquentés au Canada.

b. Opérations quand le volume de la circulation est élevé. Les aéroports où règne une grande activité ont des problèmes particuliers qui peuvent être atténués par les procédures. Encore ici, l'OACI prescrit des mesures applicables à la circulation dense. Ces dernières comprennent des cheminements standards au sol (à sens unique là où c'est possible), des affectations de pistes à des usages spéciaux, des voies de service distinctes pour véhicules, des panneaux et un éclairage supplémentaires, etc. Pour satisfaire une circulation dense, des pistes multiples ou qui se coupent sont fréquemment mises en service. Lorsqu'on considère le risque supplémentaire de collision inhérent aux opérations quand le volume de la circulation est élevé, il est recommandé que:

le ministère des Transports:

a: élabore des procédures particulières à l'aéroport, basées sur les normes nationales, pour séparer davantage les véhicules et les avions et accélérer le débit de la circulation de façon cohérente aux aéroports à circulation dense;

b: élabore des procédures particulières à l'aéroport basées sur des critères nationaux pour les aéroports canadiens très fréquentés qui nécessitent l'utilisation simultanée de pistes multiples;

c: promulgue ces critères et procédures dans les publications d'information de vol pour le bénéfice des pilotes.

BCSA 87-34

c. Exploitation des hélicoptères. Le degré de liberté possible dans l'exploitation des hélicoptères crée des problèmes particuliers pour le contrôle cohérent des hélicoptères au voisinage d'aéronefs à voilure fixe et de véhicules pendant la circulation au sol. Etant donné ces problèmes particuliers, il doit y avoir un espacement suffisant entre les hélicoptères et les aéronefs à voilure fixe, particulièrement au niveau des trajectoires d'approche finale et de départ. Il est donc recommandé que:

le ministère des Transports établisse et publie les procédures suivantes particulières à l'aéroport pour règler la circulation au sol des hélicoptères aux aéroports canadiens importants:

a: des procédures d'arrivée et de départ VFR standard;

b: des voies de circulation en surface ou de circulation en vol standard; ou les deux;

c: des héliports et des aires de trafic désignés.

BCSA 87-35

11.4.6 Niveaux de service

Etant donné la diversité des volumes de circulation et des conditions de visibilité sur les aéroports canadiens, il y a une grande variation dans les niveaux de service fournis. Alors qu'il faut s'attendre à de telles différences, elles doivent être cohérentes. De nouvelles étapes sont nécessaires pour rationaliser les niveaux de services fournis pour la circulation au sol aux aéroports canadiens.

a. Signalisation et marquage. Il y a un accord international important sur les normes acceptables applicables à la signalisation et au marquage des aéroports, mais des lacunes dans les conventions internationales persistent. Par exemple, l'OACI ne s'est pas encore attaquée au fait que des pistes sont fréquemment utilisées comme voies de circulation, et par conséquent, aucune convention relative aux panneaux n'est disponible pour ces cas. Alors que Transports Canada a l'intention de remplacer les panneaux côté piste existants pour se conformer aux normes de l'OACI avant 1995, une grande diversité de panneaux est permise au Canada aujourd'hui. En l'absence d'un système normalisé efficace de signalisation et de marquages et, étant donné les limites des plans d'aérodrome actuels, les pilotes et les conducteurs de véhicule vont continuer à être désorientés ou embrouillés, et peuvent s'aventurer par mégarde sur des pistes en service. Il est donc recommandé que:

le ministère des Transports:

a: accélère les efforts actuels pour améliorer et normaliser la signalisation et le marquage sur les aérodromes canadiens;

b: participe avec l'OACI à l'élaboration de normes améliorées lorsque les conventions existantes sont inadéquates.

BCSA 87-36

b. Stations d'information de vol. Le modèle mathématique utilisé par Transports Canada pour élaborer les critères pour l'établissement et l'interruption des services de contrôle des aéroports et des stations d'information de vol, utilise des valeurs et des coefficients établis pour les Etats-Unis ainsi que des données qui sont maintenant peut-être dépassées. De plus, il y a de grandes variations dans les niveaux de services offerts par les stations d'information de vol canadiennes et attendus d'elles aujourd'hui car leurs responsabilités ont grossi petit à petit. Même aux aéroports non contrôlés les plus fréquentés, le spécialiste d'information de vol n'a pas actuellement l'autorité pour désigner la piste en service souhaitée, et il existe des doutes très répandus quant au niveau réel de contrôle que le spécialiste d'information de vol est autorisé à exercer sur les véhicules circulant sur les aires de manoeuvre. Ainsi, les niveaux de services consultatifs pour véhicules fournis par les spécialistes d'information de vol varient d'une station à une autre. Actuellement, le Supplément de vol Canada n'indique pas le niveau de service auquel on peut s'attendre ni la langue dans laquelle un tel service peut être offert. Tout cela peut créer de la confusion pour les pilotes qui circulent au sol ou près du sol aux aéroports non contrôlés. Il est donc recommandé que:

le ministère des Transports rationalise le niveau de service attendu des stations d'information de vol aux aéroports non contrôlés:

a: en validant les critères d'établissement et d'interruption des tours de contrôle et des FSS;

b: en confirmant que l'effectif actuel des FSS répond bien à l'évolution des responsabilités des spécialistes de l'information de vol;

c: en donnant aux spécialistes de l'information de vol l'autorité officielle d'exercer un contrôle positif sur tous les véhicules circulant sur l'aire de manoeuvre et de désigner la piste en service préférée; et

d: en énumérant les niveaux et les langues des services offerts par les FSS dans le Supplément de Vol Canada.

BCSA 87-37

11.4.7 Gestion

Alors qu'on peut faire beaucoup aux niveaux individuels et locaux pour diminuer les circonstances qui contribuent au risque de collision au sol, la vision globale des cadres de tout le réseau de transport aérien national doit permettre d'assurer la cohérence des efforts individuels et locaux. Au cours de la présente enquête spéciale sur le risque de collision sur les aéroports canadiens, beaucoup de choses ont été apprises; beaucoup plus de travail, cependant, est nécessaire pour comprendre adéquatement les divers facteurs contribuant au risque de collision et comment les réduire au minimum. Un suivi coordonné et multidisciplinaire est nécessaire pour atteindre un niveau logique de risque au cours de la circulation au sol, comparable au niveau de risque qui existe actuellement dans la circulation aérienne. Par conséquent, les mesures de gestion suivantes sont nécessaires:

a. Base de données pour analyse. A présent, les faits imprévus menant à un conflit impliquant des avions de moins de 5 700 kilogrammes, lorsqu'aucune manoeuvre d'évitement n'est nécessaire, ne font pas l'objet d'une enquête par le BCSA. Les données de base contribuant à ces faits imprévus, particulièrement les données concernant les facteurs humains, ne sont pas consignées. Sans ces données, la compréhension des conditions menant à la création de situations conflictuelles au sol reste incomplète dans un sens global. Le programme de comptes rendus confidentiels sur la sécurité aérienne du BCSA offre quelques possibilités d'acquérir de telles données sur une base volontaire; cependant, comme l'expérience américaine relative à l'Aviation Safety Reporting

System l'a montré, la cueillette des données doit être structurée pour faciliter une analyse efficace. Etant donné la petite base de données disponible pour que l'analyse soit significative, l'échange international de données peut même être justifié. Basé sur un énoncé des exigences qui doivent être fournies par le Bureau canadien de la sécurité aérienne, un système de comptes rendus national doit être élaboré pour obtenir systématiquement les facteurs contributifs de tous les faits imprévus impliquant le risque de collision au sol sur les aéroports canadiens.

b. Surveillance. Une façon systémique d'aborder la réduction du risque de collision au sol aux aéroports canadiens nécessite une réaction continue. Par l'observation continue au niveau du terrain, les erreurs les plus fréquentes peuvent être identifiées et les mesures correctives nécessaires peuvent être mises en oeuvre. L'efficacité des programmes de formation du personnel et d'amélioration des installations ne peut être évaluée que par une surveillance régulière. Vu que Transports Canada contrôle déjà la fourniture des services choisis sur une base permanente au niveau national, il est recommandé que:

> le ministère des Transports mette en oeuvre un programme pour contrôler l'efficacité des améliorations des installations locales et des programmes d'entretien ainsi que des programmes de formation du personnel pour minimiser le risque de collision au sol.
>
> BCSA 87-38

c. Promotion. La nécessité d'une promotion constante de la sécurité est reliée de très près aux questions touchant la gestion déjà citées. Puisqu'un si grand nombre de facteurs contributifs aux situations conflictuelles au sol proviennent d'un comportement humain inattendu, des efforts de promotion soutenus sont nécessaires pour augmenter les niveaux de conscience de tout le personnel responsable de la réduction du risque de collision. Les pilotes, le personnel des services ATS et les conducteurs de véhicule doivent développer une conscience aiguë de l'impact sur leur propre fonctionnement de facteurs comme le stress, la fatigue, l'ennui, les procédures interrompues, les illusions visuelles, la fragilité du processus de communication de l'information, etc. En outre, ces membres du milieu aéronautique doivent apprendre et pratiquer les procédures qui peuvent

faciliter et rendre plus sûres leurs propres tâches et celles de leurs collègues. Il est donc recommandé que:

le ministère des Transports entreprenne une campagne de promotion importante sur la sécurité pour réduire la fréquence des risques de situations conflictuelles au sol. Cette campagne doit mettre l'accent sur les points suivants, sans se limiter à ces derniers:

a. augmenter la compréhension qu'ont les personnes de leurs propres limites en ce qui concerne la vigilance, le jugement, la vision, etc.;

b. réduire les pièges communs dans le processus de communication de l'information;

c. bien illustrer les conséquences des erreurs des pilotes, du personnel ATS ou des conducteurs de véhicule qui causent des situations où il y a risque de collision au sol.

BCSA 87-39

11.4.8 Etude approfondie

De nombreuses observations soulevées au cours de la présente enquête spéciale vont nécessiter une étude plus approfondie avant que des mesures correctives spécifiques puissent être logiquement mises en oeuvre. En voici plusieurs:

a. Volume de la circulation des véhicules. Les véhicules ont été impliqués dans plus de la moitié des risques de situations conflictuelles au sol rapportées en 1985. Il y a de bonnes raisons de croire qu'une bonne partie de cette circulation n'est pas immédiatement essentielle au soutien direct des opérations aériennes; en outre, il semble que des conducteurs évitent d'autres voies au sol par commodité personnelle. Il est donc recommandé que:

le ministère des Transports:

a: fasse une revue critique du volume et de la légitimité de la circulation des véhicules qui traversent les

pistes des aéroports, particulièrement aux aéroports les plus fréquentés au Canada;

b: évalue la suffisance des voies d'accès et de service existantes aux aéroports pour appuyer la circulation essentielle des véhicules côté piste.

BCSA 87-40

b. Vigilance. La vigilance est la clé qui permet d'éviter les collisions. De nombreuses situations conflictuelles au sol peuvent être directement liées à la détérioration de la vigilance des pilotes, des conducteurs de véhicule et du personnel ATS. Pourtant, les méthodes pour stimuler et maintenir les niveaux élevés de vigilance nécessaires pour éviter les collisions ne sont pas bien comprises. Il est recommandé que:

le ministère des Transports entreprenne une étude multidisciplinaire des moyens les plus efficaces pour soutenir la vigilance, particulièrement chez les contrôleurs de la circulation aérienne dans des périodes de faible activité.

BCSA 87-41

c. Facteurs humains. Alors que la détérioration de la vigilance peut avoir un effet progressivement nuisible sur la sécurité au sol, plusieurs autres facteurs humains peuvent aussi avoir un effet nuisible sur le fonctionnement des pilotes, le personnel des services de la circulation aérienne et les conducteurs de véhicule. Comme pour la vigilance, ces facteurs humains ne sont pas bien compris, particulièrement en ce qui concerne l'effet synergique qu'ils peuvent avoir. Les effets cumulés des facteurs physiologiques, psychologiques, psychosociaux et pathologiques créent sur ces personnes un stress qui peut gravement détériorer leur vivacité, leur jugement et leur fonctionnement. Il est donc recommandé que:

le ministère des Transports entreprenne une révision multidisciplinaire de tous les facteurs humains, dont ceux liés au processus de communication de l'information qui peuvent nuire à l'efficacité des pilotes pendant les manoeuvres au sol, du personnel ATS et des conducteurs de véhicule.

BCSA 87-42

d. Liaison de données. En pratique, toutes les instructions cruciales pour les avions et les véhicules à l'effet de pénétrer sur une piste en service ou d'attendre à l'écart sont actuellement diffusées largement par l'intermédiaire de procédures de radiotéléphonie archaïques. Ce processus de communication de l'information par l'ouïe se prête facilement aux autorisations manquées ou mal comprises. Au minimum, la redondance dans le transfert d'une partie de l'information pourrait se faire par confirmation au moyen de signaux visuels. La forme écrite pourrait être également utilisée davantage pour les cheminements de roulement standard. A long terme, l'utilisation des liaisons de données numériques fournies par les contrôleurs aux équipages de vol et aux conducteurs de véhicules pourrait remplacer une partie des communications verbales. D'autres moyens de communiquer l'information ou de fournir une redondance aux procédures existantes sont justifiées. Il est donc recommandé que:

> le ministère des Transports entreprenne une étude de faisabilité pour le développement et la mise en oeuvre de systèmes de liaison de données numériques partant du contrôle de la circulation aérienne vers les postes de pilotage et les cabines de véhicule pour soutenir les opérations aux aéroports les plus fréquentés au Canada.
>
> BCSA 87-43

e. Système intégré de gestion de la circulation en surface. Pour faire face au volume croissant de la circulation aérienne par visibilité réduite, plusieurs dispositifs technologiques perfectionnés sont de plus en plus offerts. La division des aires de manoeuvre, combinée au balisage des axes et aux barres d'arrêt à déclenchement automatique, facilite les mouvements complexes au sol aux aéroports Heathrow de Londres et Rhein-Main de Francfort. De nouvelles technologies applicables aux dispositifs de détection de présence sur la piste peuvent être réalisées, comme le sont les systèmes de surveillance dépendants automatiques locaux qui utilisent les signaux LORAN C ou GPS. Les feux de circulation rouges-verts pour véhicules et les feux jaunes à commutation sélective pour les positions d'attente à l'écart (HOLD) deviennent de plus en plus communs. Des radars de surface (ASDE) améliorés sont présentement en train d'être installés à six des aéroports importants au Canada. Techniquement, il

peut même être faisable de superposer une partie de l'information se rapportant à ces autres dispositifs sur les affichages de radar de surface des contrôleurs. Il n'y a pas d'efforts concertés au Canada, à la connaissance du BCSA, pour intégrer ces divers dispositifs dans un système de gestion de la circulation en surface cohérent. Il est donc recommandé que:

> le ministère des Transports entreprenne la recherche nécessaire pour le développement d'un système intégré de gestion de la circulation en surface pour mise en oeuvre sur les aéroports les plus fréquentés au Canada.
>
> BCSA 87-44

11.4.9 Autres mesures de sécurité

Plusieurs des observations indiquées dans le présent rapport n'ont pas fait l'objet de recommandations particulières. Le Bureau s'inquiète qu'elles soient laissées de côté dans les recommandations officielles qui suivront. Aussi, l'ensemble des observations contenues à la fin de chaque chapitre du présent rapport doivent être prises en considération pour la mise en oeuvre de ces recommandations.

Le présent rapport et les mesures de sécurité qu'il contient ont été adoptés par le président, Bernard M.-Deschênes, c.r. et les membres du Bureau

Bill MacEachern
Arthur Portelance
Bruce Pultz
Frank Thurston

ANNEXE I

Participants officiels à l'enquête publique du BCSA sur les risques de collision entre des aéronefs circulant au sol ou près du sol dans les aéroports civils canadiens

Voici la liste des participants officiels qui ont assisté à l'enquête mentionnée ci-dessus:

Alberta Aviation Council
Mr. Richard W. Covlin, administrateur du Conseil

Experts techniques du BCSA
Commandant Vic Bentley, pilote inspecteur, Pacific Western Airlines
Dr David Elcombe, directeur, Services médicaux, BCSA
J.E. Goulet, directeur général à la retraite, aéroport international de Dorval
Colonel Ron Hawkins, directeur, Services de la circulation et règlements aériens, Défense nationale
K.C. Lett, président, Westair Resources Ltd.
William T. Tucker, président, Comité d'experts technique, BCSA
Peter Harle, conseiller, Comité d'experts technique, BCSA

Association canadienne des pilotes de lignes aériennes
Commandant Donald McBride, Président, Division des affaires techniques et sécuritaires
Premier officier Gary Wagner, Président, Comité de l'évaluation des aéronefs
John Keenan, conseiller juridique

Association canadienne du contrôle du trafic aérien
Robert Randall, Vice-président technique
Steven McCormick, conseiller juridique
Andra Pollak, conseiller juridique

Canadian Association of Professional Radio Operators
Roger Swickis, président

Canadian Business Aircraft Association
W.F. Lester, chef pilote, Dow Chemical Canada Inc.

Canadian Owners and Pilots Association
William Peppler, gestionnaire

Crouse Hinds Lighting Inc.
R.K. Simpson, Gestionnaire services techniques
Jim Walters, directeur des ventes, produits aéronautiques

Dryden Municipal Airport
Peter A. Louttit, directeur d'aéroport

Federal Aviation Administration, E.-U.
Robert David, Analyste du programme des aéroports, Office of Aviation Safety, Washington D.C.
Eugene Monahan, Gestionnaire, Air Traffic Division, Seattle, Washington

France, Ministère des Transports
Gonzalve de Cordoue, Chef, Contrôle de la circulation aérienne, aéroport d'Orly

Gouvernment des Territoires du Nord-Ouest
Hal Emmerson, Consultant, exploitation des aéroports

National Transportation Safety Board, E.-U.
L'honorable Jim Burnett, président
Jack Drake, Enquêteur principal de la sécurité aérienne

Mr. Frank E. Salter
Contrôleur de la circulation aérienne, Aéroport municipal d'Oshawa, Oshawa (Ontario)

Sypher Consultants Inc.
Gordon Hamilton, associé principal

Mr. Richard Tarrel
Chercheur, Battelle Corp., Columbus Division, (E.-U.)

M. Donald R. Taylor
Spécialiste d'information de vol, Terrace (Colombie-Britannique)

Transports Canada
Barry D. Blair, directeur général, Navigation aérienne
Dean Broadfoot, chef, Politiques et normes de navigation aérienne
Pierre Champagne, directeur général, Exploitation des aéroports
Don Douglas, directeur, Délivrance de licences et certificats
Pierre Proulx, directeur, Services de la circulation aérienne

D^r^ Neil Winther
Professeur adjoint, Université du Manitoba, Winnipeg (Manitoba)

En plus des participants officiels ci-dessus, les personnes suivantes étaient considérées comme des parties directement intéressées suivant l'article 23(2) de la Loi sur le BCSA:

Organisation de l'Aviation civile internationale
M. Ted Murphy, expert technique,
Section exploitation/navigabilité

Commission d'enquête sur les accidents d'aéronefs (Norvège)
Lt. Général Wilhelm Mohr, président

ANNEXE II

SIGLES ET ABREVIATIONS

AC/AC	Avion-avion
AC/VEH	Avion-véhicule
AIP	Publication d'information aéronautique, Canada
ANO	Ordonnance sur la navigation aérienne (ONA)
ASDE	Radar de surface
ASRS	Aviation Safety Reporting System
ATC	Contrôle de la circulation aérienne
ATC MANOPS	Manuel d'exploitation, contrôle de la circulation aérienne
ATC/TWR	Tour de contrôle de la circulation aérienne
ATF	Fréquence de circulation d'aérodrome
ATIS	Service automatique d'information de région terminale
ATS	Services de la circulation aérienne
AVOP	Permis d'exploitation de véhicules côté piste
BCSA	Bureau canadien de la sécurité aérienne
BICSS	Etudes en simulation des communications bilingues IFR
CADORS	Système de comptes rendus quotidiens des évènements de l'aviation civile
CALPA	Association canadienne des pilotes de lignes aériennes
CAP	Manuel des cartes d'approche
CAPRO	Canadian Association of Professional Radio Operators
CASRP	Programme de comptes rendus confidentiels sur la sécurité aérienne
CATCA	Association canadienne du contrôle du trafic aérien (ACCTA)
CFS	Supplément de vol Canada
ETA	Heure d'arrivée prévue
E.-U.	Etats-Unis
FAA	Federal Aviation Administration
FLIP	Publication d'information aéronautique
FSS	Station d'information de vol
GA	Aviation générale
GPS	Système de positionnement de couverture mondiale
Hz	Hertz
IDENT	Identification
IFR	Règles de vol aux instruments
ILS	Système d'atterrissage aux instruments
IMC	Conditions météorologiques de vol aux instruments
kHz	Kilohertz
KLM	Royal Dutch Airlines
LADS	Système de surveillance dépendant automatique local
LORAN-C	Navigation aérienne à longue distance
MF	Fréquence obligatoire
NASA	National Aeronautics and Space Administration

NORDO	Sans radio
NOTAM	Avis aux navigants
NTSB	National Transportation Safety Board
OACI	Organisation de l'Aviation civile internationale
PAN AM	Pan American
PF	Pilote aux commandes
PNF	Pilote qui n'est pas aux commandes
RCO	Installation radio télécommandée
RFSS	Station d'information de vol télécommandée
RONLY	Récepteur seulement
RVR	Portée visuelle de piste
SMR	Radar de détection des mouvements à la surface
TAGS	Surveillance au sol automatisée par la tour
TV	Télévision
UNICOM	Station de service consultatif privée
VFR	Règles de vol à vue
VHF	Très haute fréquence
VMC	Conditions météorologiques de vol à vue

ANNEXE III

REFERENCES

1. Billings, C., et al., "Human Factors Associated with Runway Incursions", octobre 1978.

2. Buch, D^{r} Georgette, Facteurs humains, "An Investigation of the Effectiveness of Pilot Judgement Training", octobre 1984.

3. Forces canadiennes, Propos de vol, n^{o} 4, 1986. Ministère des Approvisionnements et Services Canada, Hull (Québec) 1986.

4. BCSA, Recueil de présentations - Enquête sur les risques de collision entre des aéronefs circulant au sol ou près du sol dans les aéroports civils canadiens, ministère des Approvisionnements et Services Canada, Hull (Québec) 1986.

5. FAA, Shepherd, W., Cockpit Speech Interference Consideration. Washington: U.S. Department of Transportation.

6. FAA-EM-79-5, Airport Surface Traffic Control System Requirements Analysis, mai 1979. Washington: U.S. Department of Transportation.

7. FAA-AM-80-1, Thackray, R., Boredom and Monotony as a Consequence of Automation: A Consideration of the Evidence Relating to Boredom and Stress, février 1980. Washington: U.S. Department of Transportation.

8. FAA Advisory Circular 90-48C, Pilots' Role in Collision Avoidance, 18 mars 1983. Washington: U.S. Department of Transportation.

9. FAA-EM-81-5, Bellantoni, J., et Kodis, R., An Analysis of Runway - Taxiway Transgressions at Controlled Airports, avril 1981. Washington: U.S. Department of Transportation.

10. Rapport final, Commission d'enquête sur le bilinguisme dans les services de contrôle de la circulation aérienne au Québec, 10 août 1979. Ministère des Approvisionnements et Services Canada, Hull (Québec).

11. Hubbard, Craig, CCA, "The Assertive Cockpit", septembre 1986.

12. OACI, Manuel de conception des aérodromes, partie 4, deuxième édition, Montréal 1983.

13. OACI, Normes internationales et pratiques recommandées, aérodromes, huitième édition, Montréal, mars 1983.

14. OACI, Manuel de l'héliport, deuxième édition, Montréal 1985.

15. OACI, Manuel d'exploitation tous temps, édition n° 1, Montréal 1982.

16. OACI, Manuel de radiotéléphonie, première édition, Montréal 1984.

17. OACI, Manuel des systèmes de guidage et de contrôle de la circulation de surface, première édition, Montréal 1986.

18. OACI, Règles de l'air et services de la circulation aérienne, douzième édition, Montréal 1985.

19. OACI, Circulaire 153-AN/56, Recueil d'accidents d'aviation no 23, Montréal 1980.

20. Kryter, K., Effects of Noise on Man, deuxième édition, Academic Press Inc., 1985.

21. Mannigham, Dan, Business and Commercial Aviation, "Managing Cockpit Safety: Novice, Not Ignorant", juillet 1986.

22. Miller, George, A., The Psychological Review, "The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on our Capacity for Processing Information", Vol 63, n° 2, mars 1956.

23. NASA, Aviation Safety Reporting System; Seventh Quarterly Report, "Human Factors Associated with Potential Conflits at Uncontrolled Airports" par G. Courtney Chapman, août 1978.

24. NASA, Contractor Report 177398, Monan, Captain W., Human Factors in Aviation Operations; The Hearback Problem, mars 1986.

25. NASA, Contractor Report 166462, Monan, Captain W., Addressee Errors in ATC Communications: The Call Sign Problem, janvier 1983.

26. NASA, Contractor Report 166433, Orlady, Captain H.W., Flight Crew Performance When Pilot Flying and Pilot Not Flying Duties Are Exchanged, 1982.

27. NASA Contractor Report 177372, Tarrel, R. J., Non-Airborne Conflicts and Effects of Runway Transgressions, septembre 1985.

28. NASA, Technical Paper no 1875, Billings, C. et al., Information Transfer Problems in the Aviation System, 1981.

29. Défense nationale, Human Factors Guide for the Conduct of Aircraft Accident Investigation, DSV 1984-01-01. Ministère des Approvisionnements et Services Canada 1984.

30. NTSB/SIR, Special Investigation Report: Runway Incursions at Controlled Airports in the United States, janvier 1986. Washington: U.S. Department of Transportation.

31. Pickett, J.M., Effects of Vocal Force on the Intelligibility of Speech Sounds, 1956.

32. Rapport de la Commission d'enquête sur la sécurité aérienne, M. le juge Charles L. Dubin, mai 1981. Ministère des Approvisionnements et Services, Hull, 1981.

33. Tarrel, R., Human Factors Associated with Runway Transgressions, avril 1985.

34. Transports Canada, A.I.P. Canada, (TP2300). Ottawa, 12 février 1987.

35. Transports Canada, Airport Surface Detection Equipment Alternative Systems Evaluation, Site Selection, Criteria and Specification Outline (TP 2395). Ottawa, décembre 1979.

36. Transports Canada, Services de la circulation aérienne - Manuel d'exploitation (TP 703) Ottawa.

37. Transports Canada, Annual Report, Aircraft Movement Statistics, TP577, Ottawa: 1985.

38. Transports Canada, Rapports du groupe de travail Revue de l'espace aérien du Canada, Ottawa: 1986.

39. Transports Canada, Economic Evaluation, Criteria for Establishment and Discontinuance of Airport Control Service, (TP5390E) vol. 1, Ottawa.

40. Transports Canada, FAA, GAMA, Judgement Training Manual for Student Pilots, Ottawa.

41. Transports Canada, Flight Service Criteria (TP 5390E) Vol II. Ottawa.

42. Transports Canada, Flight Service Manual of Operations (TP 2043E). Ottawa 1987.

43. Transports Canada, Directives de circulation pour l'exploitation de véhicules sur les aires de mouvement aux aéroports (TP 2633), décembre 1980. Ottawa.

44. Transports Canada, Rapport sur les Etudes en simulation des communications bilingues IFR, TP1844, 5 janvier 1979. Ottawa.

45. Transports Canada, Report of Vehicle/Aircraft Confliction and the Use of Remote Communications Outlets to Provide Airport Advisory and Vehicle Advisory Services, novembre 1983, Ottawa.

46. Vermeulen, Captain H.M., Ground Navigation Systems for Aircraft: An Urgent Need, The International Journal of Aviation Safety, sept. 1984.

47. Warm, J., and Dember, W., Psychology Today, "Awake at the Switch", avril 1986.

48. Winther, N., An Evaluation of Cockpit Communication Systems and Procedures: A Canadian Pilot Study. Winnipeg: University of Manitoba, 1986.